DANSK SKOVFORENINGS TIDSSKRIFT

INDHOLD

Nekrolog: Side

Professor FRITS JØRGENSEN 225

Afhandlinger, artikler m. m.:

GRENE, SØREN: Roddeformationer og stabilitet 235

SKYUM, JØRGEN: Schweizerische Interessengemeinschaft Industrieholz 291

4. hæfte December 1977 LXII. årgang

Dansk Skovforenings Tidsskrift
udkommer årlig med 4 hæfter.

Eftertryk af tidsskriftets artikler uden redaktionens samtykke er ikke tilladt.

REDAKTIONSUDVALG:
Hofjægermester *I. Estrup*, Kongsdal, 4440 Mørkøv (formand).
Skovrider *Ole Fog*, Vester Voldgade 86³, 1552 København V.
Lektor lic. agro *Finn Helles*, Skovbrugsinstituttet, Thorvaldsensvej 57, 1871 København V.
Statsskovrider *Steffen Jørgensen*, Gøddinggaard, 7183 Randbøl.
Forstander *Aa. Marcus Pedersen*, Skovskolen, Nødebo, 3480 Fredensborg.

REDAKTØR: (ansvarsh.)
P. Hauberg.

DANSK SKOVFORENINGS SEKRETARIAT OG TIDSSKRIFTETS REDAKTION:
Vester Voldgade 86³, 1552 København V., (01) 12 21 66*, Postgiro 9 00 19 64.

Tryk: Scantryk, Skolegade 12 E, 2500 Valby, (01) 30 06 01.

PROFESSOR

FRITS JØRGENSEN

20. juli 1922 – 13. august 1977

I en alder af kun 55 år er Frits Jørgensen afgået ved døden. Han var dansk forstkandidat, men tilbragte størstedelen af sin tid efter endt uddannelse i norsk tjeneste. Desuagtet vil han både på grund af sin danske afstamning og uddannelse og på grund af sit virke være og blive husket af de fleste danske forstmænd.

På en måde er jeg inhabil som forfatter af Frits Jørgensens nekrolog. For han var ikke alene min nære ven, men også den første, jeg arbejdede sammen med om et videnskabeligt arbejde. Det blev ganske vist kun til én afhandling, som vi offentliggjorde sammen (i 1950), men siden er kun få væsentligere ting blevet publiceret fra hans eller min hånd, uden at vi har talt eller skrevet sammen om det. Og i mange andre forbindelser har vi

gennem alle årene arbejdet meget nært sammen. – Men de anførte grunde kan måske også omvendt bruges som argument for, at det er mig, der fortæller danske forstfolk om Frits Jørgensen og hans arbejde.

Frits Jørgensen blev forstkandidat i 1947. Efter en kort tid som assistent ved Det Petersgaardske Skovdistrikt virkede han i tre år som assistent ved Landbohøjskolens skovbrugsafdeling. Fra 1950 til 1953 var han stipendiat i skovøkonomi ved Det norske Skogforsøksvesen, og var derefter et lille års tid tilbage i Danmark som adjunktstipendiat ved Landbohøjskolen. I januar 1954 blev han udnævnt til professor i skovøkonomi og -politik ved Norges Landbrugshøjskole. Denne stilling beklædte Frits Jørgensen til sin død – dog afbrudt af 2 års orlov, fra 1969 til 1971, mens han som professor og Head of Department forestod etableringen af en skovbrugsafdeling ved Makerere University i Kampala, hovedstaden i Uganda.

Da Frits Jørgensen blev udnævnt til professor i Norge, var det en nyoprettet lærerstol, han kom til at beklæde. Det var en stor udfordring, han – i begyndelsen ene mand – blev stillet overfor: at skulle opbygge et nyt undervisnings- og forskningsmiljø i et land, som endnu på dette tidspunkt – trods nære kontakter og studieophold – ikke var hans eget. Men det lykkedes for ham. Et kvantitativt mål herfor er den betydelige stab, der nu er knyttet til Institutt for Skogøkonomi: opimod 15 videnskabelige og tekniske medarbejdere, og hertil som regel et antal forskere fra andre lande, der i kortere eller længere tid opholder sig ved instituttet. – Og hvorfor lykkedes det? Fordi Frits Jørgensen – trods sin stilfærdige og beskedne optræden – var en betydelig inspirator og igangsætter. Og fordi han på baggrund af grundige forarbejder, grundig forberedelse og et klart mål havde en stærk vilje til at få det gennemført, han anså for rigtigt. – Disse karaktertræk viste sig igen, da han

fik til opgave at starte en højere skovbrugsundervisning i Østafrika under endnu vanskeligere forhold, end dem han blev konfronteret med i Norge. Venlig og beskeden, men med en helt klar opfattelse af, hvad der skulle til og hvordan det skulle gøres, og med vilje til at få det gennemført, fik han lagt grundstenen til en virkelig gedigen uddannelse, som desværre et par år efter hans fratræden af politiske grunde måtte opgives som norsk projekt.

Frits Jørgensens gaver som inspirator og igangsætter blev udnyttet i mange andre sammenhænge. I det nordiske var han bl. a. medstifter af Nordisk Skovøkonomisk Seminar, en upretentiøs sammenslutning, der dog bl. a. har formået at udgive et ikke ubetydeligt værk: Readings in Forest Economics, hvortil Frits Jørgensen selv bidrog med vægtige indlæg. – Denne bog står så at sige på skuldrene af de fire gamle koryfæer inden for skovøkonomien i Norden: A. H. Grøn, Eino Saari, Alf Langsæter og Thorsten Streyffert. Den næste generation, som Frits Jørgensen var én af de ypperste repræsentanter for, bekendte sig klart til en fortsættelse, men også en fornyelse af det arbejde, vore »kirkefædre« havde igangsat.

Men også i det internationale samarbejde udover Nordens grænser gjorde Frits Jørgensen sig stærkt gældende – både i organisatorisk og faglig henseende: i FAO, ECE og især i IUFRO, hvor han beklædte en række ledende poster i sektionen for skovøkonomi og -politik.

Også på det videnskabelige område indenfor skovøkonomien og skovpolitikken – står Frits Jørgensen først og fremmest for mig som inspirator og igangsætter. Han var det naturlige centrum i norske, nordiske og ofte internationale sammenkomster, når faglige emner blev drøftet. Det gjaldt naturligvis først og fremmest i forbindelse med opbygningen af undervisnings- og forskningsmiljøet ved hans eget institut. Han tog initiativ og

han inspirerede. Hans udgangspunkt var et sikkert fundament i teoretisk, generel økonomi – og hans styrke var, at han for det første kunne omsætte denne teoretiske viden til anvendelse på skovbrugets teoretiske problemstillinger, for det andet kunne vise, hvordan teorien kunne blive til nytte ved løsning af skovbrugets praktiske og aktuelle problemer. –

Når man diskuterede et fagligt emne med Frits Jørgensen, kunne man altid være sikker på, at hans bidrag var gennemtænkte – og ikke blot pludselige indskydelser. På den anden side var han altid åben overfor at korrigere tidligere resultater og konklusioner. For – som han sagde til mig, da vi arbejdede på vor fælles lille afhandling fra 1950 –: »Man kan ikke forlange, at alle problemer om den sag er løst, når vi har skrevet om det.«

Jeg føler selv, at billedet af Frits Jørgensen som inspirator og igangsætter – som den velforberedte, teoretisk velfunderede og dybdeborende diskussionsdeltager – er et væsentligt og måske det væsentligste af hans karaktertræk at fremhæve i faglig sammenhæng.

Hans betydelige bidrag til fagenes udvikling kommer imidlertid også til udtryk i den lange række af publikationer fra hans hånd.

Et nogenlunde sagkyndigt blik på den litteraturliste, som jeg har fundet det naturligt at vedføje nekrologen, vil være tilstrækkeligt til at vise, at Frits Jørgensen ikke alene har været meget flittig og meget vidtspændende over emnerne inden for fagområdet, men også at hans litterære bidrag til uddybning og fornyelse indenfor skovøkonomi og -politik er meget centrale og vægtige.

Det er selvfølgelig begrænset, hvad man kan læse ud af titlerne i en litteraturliste, men uden at gå i detailler kan jeg kort karakterisere publikationerne på samme måde som før: uanset deres længde og uanset emnernes afgrænsning er de alle teoretisk velfunderede og dybdeborende bidrag til løsninger på aktuelle pro-

blemstillinger. – Frits Jørgensens litterære arbejder vedrørende emner som omkstningsanalyser, investerings- og likviditetsproblemer, økonomiske kredsløb på en skovejendom, målsætningsspørgsmål, forholdet mellem landbrug og skovbrug her og i u-landene, skovbrugets indpasning i en generel ressourceøkonomi, den flersidige brug af skovbrugsarealer o.s.v. er blevet benyttet i undervisning og forskning i Danmark, i Norden og i mange andre dele af verden – og de har en varig værdi.

Frits Jørgensen var en usædvanlig personlighed: stilfærdig og beskeden har jeg kaldt ham – men med en fast vilje til at nå et klart mål. Men det er alligevel ikke nok til at karakterisere ham. For venligheden og beskedenheden var ikke ensbetydende med holdningsløshed. Og den faste vilje var ikke det samme som ubetinget stædighed. – Frits Jørgensen var frem for noget et menneske med en human og idealistisk indstilling til de samfund, han virkede i, og til sine medmennesker – familie, venner, medarbejdere, andre kontakter hjemme og ude – og ikke mindst i u-landene, som i de senere år optog ham så meget.

Frits Jørgensen var og vil altid stå som en central skikkelse i nordisk skovøkonomisk forskning og udvikling. Trods den personlige beskedenhed var det naturligt, at han fik den position – for han nåede at få skabt noget af blivende værdi. – Det bedste udtryk for hans karakter finder jeg egentlig i en passage i et brev, jeg fik fra ham, skrevet den 3. august 1977 – 10 dage før han døde: »Jeg er jo stadig heldig at have mange flinke medarbejdere rundt om mig, både unge og lidt ældre, og det er altid en inspiration. Desværre har jeg været syg det meste af det sidste år, og det kan ikke undgås, at man da kommer en del udenfor – og bagefter med litteratur o.s.v. Men det er en stor fornøjelse at se, hvordan de stadig udvider og uddyber fagområdet, tager ind nye ideer og metoder, og så vidt jeg kan se, på flere felter er fremme i frontlinien.«

Det må være lykkeligt at kunne skrive sådan i sine sidste dage – at kunne se, at de opgaver, man fik, blev løst. Men netop fordi Frits Jørgensen *har* ydet afgørende bidrag til løsning af meget store opgaver hjemme og ude, efterlader han et tomrum, som vi – hans fagfæller og mange andre med os – vanskeligt kan forestille os udfyldt. *Niels K. Hermansen.*

PUBLIKASJONER
av
FRITS JØRGENSEN

Forkortelser:
DST: Dansk Skovforenings Tidsskrift
DNS: Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen
ISØ: Institutt for skogøkonomi

Calculation of Silvicultural Balance-Numbers. Nordisk Tidsskrift for teknisk Økonomi. 1948. 123–131 (Sammen med A. H. GRØN.)

Skovøkonomiske Beregninger. En grafisk Beregningsmetode. DST. 1949. 173–194.

Skovøkonomiske Beregninger II. DST. 1950. 351–385 (Sammen med N. K. HERMANSEN.)

Priskoblingsberegning for fyrstikvirke av asp. DNS, nr. 40. 1952. 576–615.

Nogle prisberegningssystemer og deres anvendelse ved Grunnværdiberegning. DNS, nr. 42. 1953. 157–190.

Skovproduktionens økonomiske afhengighed af træindustriens tekniske krav. Del I: Sulfitcellulose produceret af gran. Vollebekk. 1953. Stensil, 100 sider.

Hogstmodenhet i glissen granskog. Vollebekk. 1954. Stensil 25 s. (Sammen med H. K. SEIP.)

Elementære skogøkonomiske problemer. Utg. av Det norske Skogselskap. 1955. 28 s.

Skogøkonomi. Bondens Håndbok. Skogbruk. 1955. 163–184. Oslo.

Vurdering av skog evd ekspropriasjon. Svar til h.r.avd. SCHJØDT. Skogeieren, nr. 7. 1955. 251–252.

Konkurranseforholdet mellom jordbruk og skogbruk sett i relasjon til den nye jordloven. Norsk Skogbruk nr. 13. 1956. 433–443.

Sløs ikke med virket. Norsk Skogindustri, nr. 11–12. 1956. 422–426.

Skogpolitikk. Samfunnsøkonomisk Institutt, NHH. Bergen 1957. Stensil 32 s.

Verdiproduksjonen i østnorsk granskog. DNS, nr. 48. 1957. 221–283 (Sammen med A. Svendsrud).

Konkurranseforholdet mellom jordbruk og skogbruk sett i relasjon til den nye jordloven. Forkortet utgave av avhandling i Norsk Skogbruk nr. 13, 1956, Norsk Skogbruk, nr. 1, 1957, 3–8.

Landbrugets og skovbrugets konkurrence om jordanvendelsen. DST 42. 1957. 575–592.

Jordbruk eller skogbruk? Norsk Landbruk, nr. 5. 1958. 104–106 og 115–116.

Hjelpetabeller for skogøkonomiske kalkyler. Gran i Trøndelag. Vollebekk 1959. Stensil 36 s. (Sammen med T. Opheim og A. Svendsrud).

Det økonomiske kretsløp i en skogeiendom. Norsk Skogbruk nr. 5. 1961. 187–190.

Økonomisk jordanvendelse på kombinerte jord- og skogbruksseiendommer. Norsk Skogbruk nr. 9. 1961. 338–341.

En oversikt over skogbrukets kostnader, deres plass i det økonomiske kretsløp og deres inndeling. Landbrukets Årbok – Skogbruk 1962: 136–145.

Elementære skogøkonomiske problemer. Revidert utgave. Utg. av Det norske Skogselskap. 1961. 46 s.

Noen momenter til belysning av skogbrukets renteproblem. Norsk Skogbruk nr. 3. 1962. 94–96.

Moments Elucidating the Problem of Interest in Forest Economics. Paper ved IUFRO's 13. kongress i Wien 1961. 1962. 7 s.

En analyse av grantømmerets råstoffverdi ved celluloseproduksjon. Stensilert. Foreløpig melding. 1962. 14 s.

Kostnadsfordeling i skogbruket. Noen prinsipielle synsmåter. Norsk Skogbruk nr. 9. 1962. 311–314 og nr. 10: 347–349.

Overavvirkning, tømmerkrise m. v. For og i mot de forskjellige syn. Norsk Skogbruk nr. 11/12. 1962. 371–373.

Målsettingsproblemer i skogbruket. Norsk Skogbruk nr. 13/14. 1962. 445–446.

Der wirtschaftliche Kreislauf in einem Forstbetrieb. Forstwissenschaftliches Centralblatt, Heft 3/4. 1962. 91–101.

Målsetting og lønnsomhet i skogbruket. Landbrukets Årbok – Skogbruk 1. 1963. 10 s.

Norsk Forstmannsforenings brevkurs i skogøkonomi. Brev 1. Grunnbegreper – Målsetting. 1963. 10 s.

Regnskapsundersøkelser i skogbruket, formål og krav. Tidsskrift for Skogbruk nr. 1. 1963. 26–34.

Følgende kapitler av skogbrukets bedriftsøkonomi i Skogbruksboka, Oslo, bind 3. 1964. 329–404:
Grunnbegreper i Skogbrukets bedriftsøkonomi.
Målsetting og lønnsomhetsmål. Teknisk produksjon.
Kostnader og kostnadsfordeling.
Inntekter og ytelser.
Priskalkulasjon.
Generelt om investeringsanalyser for den primære skogproduksjon.

Eiendomsstruktur og effektivitet. Norsk Skogbruk nr. 13/14. 1964. 373.

Kvantitative hjelpemidler i skogpolitikken. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidsskr., nr. 4. 1965. 389–402, og Tidsskr. for Skogbruk, nr. 2. 1965. 289–402.

Den relative råstoffverdi av forskjellige tredimensjoner ved celluloseproduksjon av gran. DNS, nr. 76. 1965. 77 s. (Sammen med A. Scheistrøen og P. Stamnes).

Financing of Transportation Facilities in Forestry. Symposium on the Planning of Forest Communication Networks. Geneva 19.–23. August, 1965. ECE Timber Committee, FAO, European Forestry Commission: 1965. 14 s., 2 s. Summary og 2 s. Resumé.

Valg av hogstkvantum. Skogeieren, nr. 8. 1965. 6.

Noen økonomiske konsekvenser av økt avvirkning. Norsk Skogbruk, nr. 22. 1965. 713–715.

Regnskapsanalyse. Landbrukets Årbok – Skogbruk 1966: 1966. 124–146.

Cost Comparisons Between Different Regions. VI World Forestry Congress, Madrid, 1966: 20 s.

Sammenliknende kostnads- og inntektsanalyser i skogbruket. Stensil, Vollebekk 1966. 93 s. (Sammen med T. OPHEIM.)

Kostnadsanalysens registreringsproblemer. Årsmeld. nr. 6, ISØ 1966. 5–8.

XIV IUFRO-Kongress, München, bind VIII, 1967:
90 Methods and problems of cost calculation in forestry.
92– 95 Cost registrations.
131–137 Analyse of cost structure – Transport costs.
155–164 Cost comparisons.

In memoriam. Alfred Rowland Howard Grøn. Norsk Skogbruk nr. 9. 1967. 268.

Koordinert investerings- og finansieringsanalyse for et skogbruksforetak. Sosialøkonomen, desember 1967: 40–47.

Cost Studies in European Forestry. Studia Forestalia Suecica, nr. 49, 1967. 260–295. (Sammen med T. OPHEIM.)

Die Kostenanalyse als Mittel rationeller Betriebsführung. Trykt i »Möglichkeiten optimaler Betriebsgestaltung in der Forstwirtschaft«. Bayerischer Landeswirtschaftverlag. München, Basel, Wien. 1968. 245–259.

Noen teoretiske og praktiske svakheter ved investerings- og likviditetsdiagrammet. Årsmeld. nr. 7, ISØ. 1968. 13–21.

A co-ordinated capital budgeting model for a forest enterprise. I SVENDSRUD, A. (red.): Readings in Forest Economics. Universitetsforlaget, Oslo. 1969. 39–50.

Traditional calculations for economic planning of forest management: Ibid. 1969. 51–63.

Økt hogstkvantum. Motiver og virkemidler. Årsmeld. nr. 8, ISØ 1969. 5–7.

The content of professional forestry education with special reference to production forestry. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. FO: WCFET/71/16. 1971. 11 s.

Høyere skogbruksutdannelse i Øst-Afrika – et hjelpemiddel til økonomisk utvikling. Årsmeld. nr. 10, ISØ. 1971. 343–351.

Skogbruksproduksjon kontra jordbruksproduksjon i Øst-Afrika. Norges landbrukshøgskole, ISØ. 1972. 22 s. Stensil.

Integrering av den høyere skogbruksundervisning i Norden. Årsmeld. nr. 11, ISØ. 1973. 123–126.

Review of some aspects of a study of multiple-use planning for »Oslomarka«.
Lagt fram på Ad Hoc »Meeting of Experts on Environmental Benefits of Forestry«, Geneva 1.–5. april 1974. 1974. Stensil 13 s.

Flersidig bruk av skogarealene. Norsk Skogbruk nr. 10. 1974. 1–11 og 14–15.

Flersidig bruk av skog. Landbrukets Årbok. Jordbruk-Hagebruk-Skogbruk 1975: 107–125. (Sammen med H. HAAKENSTAD.)

Nytt kurs i ressursøkonomi ved NLH. Årsmeld. nr. 13, ISØ. 1975. 49–52.

Man and his environment. Supplementary paper ved ECE/FAO symposium 22.–26. sept. Stensil. 1975. 13 s. (Sammen med O. HOFSTAD.)

Forskningsoppgaver i forbindelse med aktuelle skogpolitiske spørsmål. Årsmeld. nr. 14, ISØ. 1976. 6–13.

Forest Energy and Economic Development by D. E. EARL. Clarendon Press, Oxford, 1975. Book Review. Forest Ecology and Management, 1, 1976. 70–71.

Nytte-kostnadsanalyse – en metode for samfunnsmessig prosjektvurdering. Årsmeld. nr. 15, ISØ. 1977. 9–15.

RODDEFORMATIONER OG STABILITET

Faktorer, der påvirker roddeformationer og følgerne af disse – undersøgt for forskellige plantetyper.

Forkortet hovedopgave
af skovbrugsstud. SØREN GRENE

Oxford class: 181.36 : 232.329.6

INDHOLDSFORTEGNELSE

Side

0. Indledning og afgrænsning 236
1. Nogle nåletræarters egenskaber m.h.t. rodudvikling 238
   1.1. Jordbundens indflydelse på rodudviklingen .. 238
   1.2. Træarternes rodudvikling 239
      1.2.1. Rødgranens rodudvikling 239
      1.2.2. Skovfyrrens rodudvikling 240
   1.3. Kort sammenfatning 241
2. Følgerne af roddeformationer 242
   2.1. Eksempler på roddeformationer med alvorlige skader til følge 242
   2.2. Inddeling af emnet – fire spørgsmål 246
      2.2.1. Udbedres roddeformationer med tiden? 246
      2.2.2. Rodstrangulation – myte eller virkelighed? 248
      2.2.3. Påvirker roddeformationer stabiliteten? 251
      2.2.4. Hvordan influerer roddeformationer på planternes overlevelse og ungdomsvækst? 256
   2.3. Kort sammenfatning 258

Side
3. Faktorer, der påvirker roddeformationernes omfang på containerplanter ... 258
3.1. Containertyper ... 258
3.2. Beskyttelse af rødderne og kontrol med deres udbredelse ... 259
3.3. Rodformning ... 262
3.3.1. Container-design ... 262
3.3.2. Containertid – udplantningsalder ... 264
3.3.3. Rodskæring ... 265
3.3.3.1. Almindelig rodskæring ... 265
3.3.3.2. Copper-screen ... 266
3.3.3.3. Air-pruning ... 267
4. Faktorer, der påvirker roddeformationernes omfang på barrodsplanter ... 269
4.1. Prikling ... 269
4.2. Rodskæring ... 270
4.3. Plantealder ... 270
4.4. Plantemetode ... 271
5. Markundersøgelse ... 274
5.1. Undersøgelsens formål ... 274
5.2. Metode ... 277
5.3. Bearbejdning ... 278
5.4. Resultater ... 278
5.5. Diskussion ... 282
6. Konklusion ... 283
7. Resumé ... 285
Summary ... 286
Litteraturliste ... 287

0. Indledning og afgrænsning

Med indførelsen af containerplanter har debatten om roddeformationer fået fornyet aktualitet. Mange skovbrugere er nervøse for, hvilken indflydelse roddeformationer kan have på træernes vækst og stabilitet på længere sigt. Et begreb som rodstrangulation svæver frit i luften og skaber en angst for at anvende containerplanter, fordi »god overlevelse og vækst i kulturstadiet er uden værdi, hvis det er opnået ved at fremkalde en defekt, som vil dræbe træet eller nedsætte væksten, før træet har fuldført sit formål. En sådan slagskygge udgør muligheden for alvorlige roddeformationer produceret af den container, i hvilken frøplanten er opvokset.

Nogle arter synes at udbedre et sammenklumpet rodsystem efter udplantning, andre ikke. Nogle containere producerer mindre deformation end andre. Desværre ved vi ikke, hvor meget deformation et træ kan tåle og stadig opføre sig på den måde, vi ønsker det skal« (TINUS, 1974, s. 280).

Hvad enten sådanne bekymringer er begrundede eller ej, kan de stille sig hindrende i vejen for indførelsen af nye, rationelle kulturmetoder. Derfor er det denne opgaves formål at belyse disse problemer, både for at understrege bekymringerne, hvor de er berettigede, og for at fjerne dem, hvor de ikke har hold i virkeligheden.

Roddannelsen hos barrodsplanter er også inddraget i opgaven, dels som sammenligningsgrundlag, dels fordi også de generelt udviser roddeformationer i forhold til såede, ikke omplantede planter.

Som det imidlertid fremgår af ovenstående citat, ved vi ikke hvor store deformationer, der kan tolereres. Det hænger bl. a. sammen med, at følgerne af roddeformationer evt. først vil komme til udtryk årtier efter udplantning, og da alle containerplantesystemer er af ret ny dato, og barrodsplantningen er undergået store forandringer de seneste årtier, kan man ifølge sagens natur ikke udtale sig endeligt herom, før de forskellige plantesystemer har nået omdriftsalderen. Men valget af plantesystem skal nødvendigvis træffes på kulturtidspunktet, og for at underbygge grundlaget for dette valg, er man tvunget til at nøjes med at danne sig et indtryk af den fremtidige rodudvikling ved at undersøge den hidtidige.

Det bør her understreges, at roddannelsen kun er et af mange aspekter ved et plantesystem, og at valget heraf naturligvis skal baseres på en vurdering af hele systemet og ikke på roddannelsen alene. Denne opgave begrænser sig imidlertid til kun at omhandle det sidste. En bredere gennemgang til vurdering af containerplantesystemer er foretaget af JUHL BUNDGAARD JENSEN (1976), og nærværende opgave skal ses som en videreudbygning af denne på et specifikt, afgrænset, men væsentligt område.

Opgaven omfatter dels en litteraturgennemgang, dels en markundersøgelse, hvor opgravning af 135 RGR fra 14 forskellige kulturer er foretaget for at sammenligne rodudviklingen hos de undersøgte plantetyper.

Opgaven er udfærdiget under vejledning af professor H. A. HENRIKSEN og afleveret i faget skovdyrkning som hovedopgave på skovbrugsstudiets 8. semester.

Ved fremskaffelse af ganske nye og aktuelle svenske undersøgelser har civ. jägmästare L. LILLIEHÖÖK, Skogshögskolan, været mig meget behjælpelig.

Markundersøgelsen har det været muligt at gennemføre på grund af velvillig tilladelse og bistand fra skovrider T. BRÜEL og skovfogederne E. JUNCHER og B. NIELSEN, alle Frijsenborg skovbrug; skovrider E. STOPE og skovfoged E. KÆRGAARD PETERSEN, Beldringe-Lekkende skove; samt skovrider I. JELNES, Esrum statsskovdistrikt.

Alle de ovennævnte personer er jeg megen tak skyldig, fordi de velvilligt lod mig besætte deres tid.

1. Nogle nåletræarters egenskaber m.h.t. rodudvikling

1.1. Jordbundens indflydelse på rodudviklingen

Da alle træarters rodstruktur i større eller mindre udstrækning påvirkes af jordbunden, vil det være naturligt at indlede dette kapitel med nogle generelle træk om dette forhold.

Ifølge KÖSTLER et. al. (1968) har kompakte og/eller fugtige jordbundsforhold en hæmmende virkning på rodvæksten. Denne hæmning afhænger af jordens iltindhold, og »uanset de forskellige forhold for de enkelte træarter gælder alment: jo mere kompakt lerjorden er lejret, jo stærkere bliver det oprindelige rodsystem forvandlet i retning af en skiverod« (KÖSTLER et. al. 1968, s. 80). Et ganske tilsvarende resultat kom LÄHDE & MUTKA (1975) til i en undersøgelse af 528 unge RGR-planter fra 44 lokaliteter.

LINDGREN & ÖRLANDER (1977) lavede et mindre forsøg med 24 RGR, 24 SKF og 24 COF (Contortafyr), der var

fremtrukket i plastpotter (Kopparfors). Efter udtagning af potten, hvor de alle havde en tydelig rodsnøre, udplantedes de i væksthus, halvdelen i lerjord og halvdelen i sand. Rodetableringen undersøgtes efter 75 døgn, og den var »klart bedre i sand end i ler. Det gjaldt såvel mængden af nydannede rødder, som disses spredning i substratet« (LINDGREN & ÖRLANDER, 1977(s. 33).

Det vil sige, at roddeformationer er alvorligst på en svær og dårlig gennemluftet jord. Jordbearbejdning må derfor formodes at fremme rodudviklingen i det omfang, den, alt andet lige, øger jordens iltindhold og porøsitet.

1.2. Træarternes rodudvikling

Formålet med dette afsnit er ikke at give en fyldestgørende gennemgang af RGR's og SKF's rodudvikling, men kun ganske kort at belyse nogle af de væsentligste egenskaber og forskelle i deres roddannelse, idet de to arter er de mest benyttede i de nedennævnte undersøgelser. Emnet er for en lang række træarter behandlet udførligt af KÖSTLER et. al. (1968), og hvor andet ikke er anført, bygger resten af dette afsnit på denne kilde. Beskrivelsen af den for den enkelte art naturlige, uhæmmede rodudvikling er ikke nøje omtalt, men illustreret med tegninger, som i øverste venstre hjørne viser roden af et ungt træ, nederst til venstre et mellemaldrende træ og til højre et modent træ. Disse figurer udgør således det velformede sammenligningsgrundlag for de senere viste deformerede rodsystemer.

1.2.1. Rødgranens rodudvikling

RGR udvikler ved uhæmmet vækst en typisk skiverod. Den stærkeste indflydelse på rodudviklingen øver jordbundens iltindhold. Jo dårligere gennemluftningen er, jo fladere bliver RGR's rodsystem. Således spiller jordbundens mekaniske modstand kun en sekundær rolle.

Dannelsen af adventivrødder er karakteristisk for

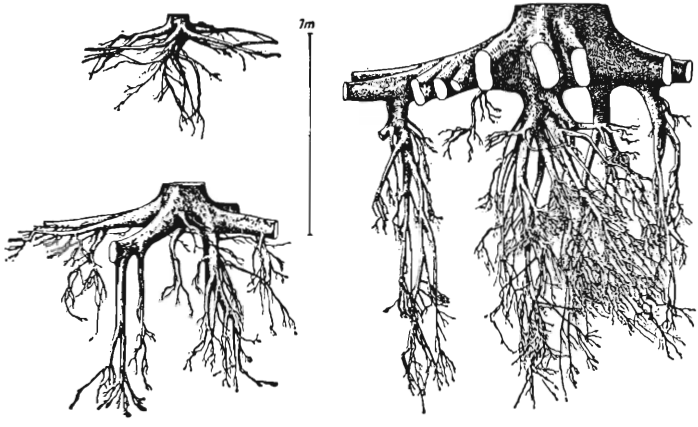


Fig. 1. Rødgranens rodsystem (KÖSTLER et. al. 1968, abb. 35, s. 109).

RGR og bidrager til dens gode evne til at tilpasse sig forskellige lokaliteter. Ved adventivrødder forstår man de rødder, der udover det oprindelige rodsystem kan udvikles på stamme eller forgreninger under forskellige betingelser. LÄHDE & MUTKA (1975) har undersøgt 528 RGR's rødder, og det viste sig, at plantede træer i højden 21–200 cm var klart deformerede i forhold til selvsåede træer. Men over de deformerede rødder udvikledes en krans af nye, adventive og mere velformede rødder. Dannelsen af adventivrødder tærer på den overjordiske tilstand og vækst, men kun midlertidigt, indtil dannelsen er tilendebragt. WIEECK (1923) og BERGMAN & HÄGGSTRÖM (1973) fremhæver også, at RGR fremfor SKF har en større evne til dannelsen af adventivrødder, og at den derfor bedre retter sig efter en roddeformation.

1.2.2. Skovfyrrens rodudvikling

Ved uhæmmet udvikling danner SKF en typisk pælerod med en tydelig adskillelse mellem horisontal- og vertikalrødder. Roddannelsen betegnes som plastisk og tilpasser sig dermed let forskellige jordbundsforhold.

Sammenlignet med andre arter formår den bedre at gennembryde en svær jord.

Som anført under RGR, fremføres det fra mange sider, at SKF's evne til adventivrodsdannelse er langt mindre end RGR's. Det medfører, at SKF har sværere ved at rette et deformeret rodsystem, og vanskeligere, jo ældre planten er ved udplantning (BERGMAN & HÄGGSTRÖM, 1973). Dette er i overensstemmelse med ROHMEDER (1968), der anfører, at SKF's hovedrod trods deformationer fortsætter en engang etableret vækstretning uden nævneværdig siderodsdannelse. Det vil sige, at SKF har

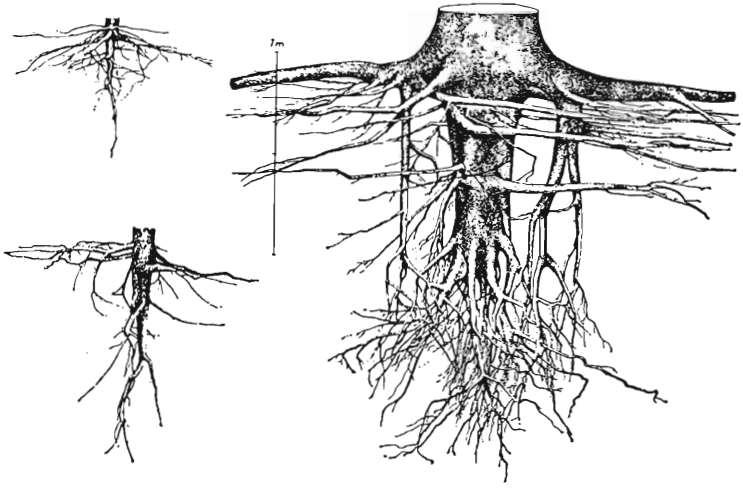


Fig. 2. Skovfyrrens rodsystem (KÖSTLER et. al. 1968, abb. 42, s. 119).

en ringe evne til at forbedre en ved plantningen opstået énsidig rodudvikling, der også påvirker stammeformen, idet det fremføres, at en rodkrumning fremkalder en tilsvarende stammekrumning.

Pælerodsdannelsen er mindre hyppig hos nordlige (skandinaviske) end hos sydlige provenienser.

1.3. Kort sammenfatning

Sammenfattende kan det siges, at RGR's evne til at

udbedre roddeformation ved hjælp af adventivrodsdannelse er større end SKF's. Desværre oplyses der ikke noget om andre træarters evne til at danne adventivrødder. Köstler et. al. (1968) tillægger RGR denne evne, men nævner den ikke hos de øvrige arter – end ikke hos SKF omtaler de manglen på denne evne.

2. Følgerne af roddeformationer

2.1. Eksempler på roddeformationer med alvorlige skader til følge

Som omtalt i indledningen er det tænkeligt, at skader forårsaget af roddeformationer først manifesterer sig mange år efter udplantning. Derfor er eksempler på sådanne skader ikke så talrige, som de kan frygtes evt. at blive i fremtiden. En del beretninger om roddeformationer med tydelige skadelige følger foreligger imidlertid, og en del af dem vil her blive refereret i historisk rækkefølge.

Da man omkring århundredskiftet begyndte at anvende spydplantning af barrodsplanter i Sverige, viste det sig at medføre skadelige roddeformationer. »Sådanne deformationer synes fyrreplanternes rødder ej at kunne overvinde, men de ved plantningen mishandlede rødder lever fortsat i det sammenpressede leje, de fik i begyndelsen, et leje, som ej blot i og for sig er synderlig abnormt, men som også hindrer røddernes normale videreudvikling og tilvæksthastighed betydeligt. De sammentrængte rødder vokser hovedsagelig kun i tykkelse, knytter sig herved endnu mere, vokser så småt sammen og bygger til sidst en kompakt rodklump, omgivet af et virvar af svage rodgrene, det hele alt for dispropertioneret i forhold til den overjordiske del af planten« (Lindberg, 1920, s. 104), se fig. 3. Hidtil trivelige planter med et sådant dårligt propertioneret rod/top-forhold bliver sårbare overfor tørke og sygdom og dør derfor ofte efter nogle år. Wibeck (1923) refererer en række lignende iagttagelser fra Tyskland.

Fig. 3. SKF plantet med spyd 1910 som 2/1, døde 1914. (LINDBERG 1920, fig. 8, s. 103).

Den første beretning om skadelige følger af roddeformationer på containerplanter bragte ROHMEDER (1968). Den drejede sig om podede SKF-planter, hvis grundstamme havde stået to vækstsæsoner i potte. Ved udplantning var der en tydelig spiralrodsdannelse, som man ved håndplantningen søgte at strække ud. Efter nogle år, da planternes overjordiske dele var veludviklede, begyndte træerne at vælte i stærk blæst og regn. Dette fortsatte helt op til 17 år efter udplantning, hvor 6–7 m høje træer pludselig væltede. Det skyldtes et spinkelt og énsidigt rodsystem, som stadig var stærkt præget af rodsnøren.

BERGMAN & HÄGGSTRÖM (1973) beretter bl. a. om følgende 5 eksempler, hvor roddeformationer førte til alvorlige skader:

a) Ifølge et brev fra skovforskningschef MATSUDAS beskrives et japansk forsøg med Eucalyptus viminalis, der ved en højde af 3 cm omskoledes til lerpotter, hvor de i løbet af 60–70 dage voksede sig 30–40 cm høje. Derefter udplantedes de, og i løbet

af 3 år havde de opnået en højde på 7 m. Ved 2–3 års alderen begyndte de store planter imidlertid at blæse omkuld, og ved en nærmere undersøgelse viste det sig, at samtlige 500 planter havde en kraftig rodsnøre, der stammede fra lerpotten.

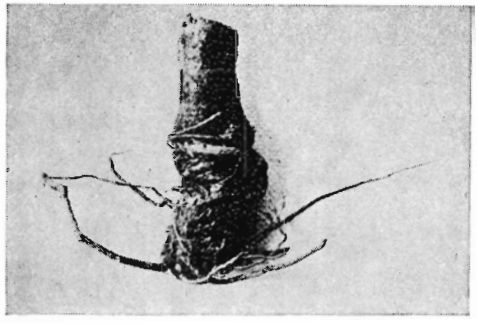


Fig. 4. Roden af en 6-årig SKF, som blæste omkuld. Planten var fremtrukket i en plastpotte den første sommer og udplantet følgende forår. (BERGMAN & HÄGGSTRÖM 1973, fig. 2, s. 568).

b) Ligeledes i et brev meddeler STEFANSSON via forfatterne om nogle SKF, der var fremtrukket i glatvæggede plastpotter med bund. Fem år efter udplantning væltede et antal af disse planter på en af tøbruddet opblødt jord. Rodsystemet var på en del af planterne ved nærmere undersøgelse så deformerede (se fig. 4), at det kun ville have været et spørgsmål om tid, inden de også var væltet på en almindelig tør bund, vurderer STEFANSSON.

c) Forfatterne har iagttaget følgende i en tilsyneladende sund SKF-kultur, plantet med spyd som 3/0. Da kulturen 6 år efter udplantning var mandshøj, observeredes der spredt på arealet døde og døende træer, som ludede fra side til side afhængig af vinden. Det viste sig, at træerne havde et sammenklumpet, svagt rodsystem, der lignede det af LINDBERG (1920) ovenfor beskrevne, og som skyldtes en sammenvikling af rødderne ved plantningen.

d) Kultur med RGR, der efter 2 år i såbed, omskoledes til tørvepotter. Ved omskolingen var rødderne så lange, at de måtte bøjes krogformet for at kunne være i potten. Efter én sommer i væksthus udplantedes de det følgende forår på hedesand. To år senere blev der foretaget en undersøgelse, hvor det viste sig, at træerne havde vokset godt, men sad løst i jorden, idet roden

hovedsagelig kun havde udviklet sig i den retning, den blev bøjet i ved omskoling. Et træ var endog væltet, og det måtte ventes, at flere ville følge efter med alderen. Da der ikke fandtes rester af potterne, har de ikke hindret rodudviklingen efter plantning.

e) SKF plantet med bor som 2/1 på stenbunden jord. Fem år senere var adskillige træer væltet af vinden. Året efter undersøgtes de skadede træer, og de viste sig alle at være stærkt roddeformerede. Deformationen skyldtes efter alt at dømme fejlagtig plantning.

PERSSON (1975) refererer kort om stormfald i 8–10 årige SKF-kulturer i Skotland, som tilsyneladende skyldes roddeformationer, og lignende iagttagelser har han selv gjort i Tyskland. Se endvidere ECCHER (1975).

På denne baggrund kan det fastslås, at der forekommer roddeformationer hos såvel barrods- som containerplanter. Hos barrodsplanten kan denne deformation stamme fra omskolingen og udplantningen, hvor rødderne er blevet sammentrængt og/eller har fået et unaturligt leje. For containerplanternes vedkommende har containeren påvirket rødderne til en mere regelmæssig deformation – en rodsnøre. Men »at den ene har uregelmæssigt snørede rødder og den anden regelmæssigt snørede rødder, skal rimeligvis ikke lede til nogen principiel forskel, hvad gælder den fortsatte udvikling« (GILLGREN, 1971–72, s. 29–30). Tværtimod indikerer en række iagttagelser, at deformationerne hos begge plantetyper fører til en svagere, unaturlig rodudvikling, og at denne svækkelse snarere afhænger af deformationens omfang end af plantetype.

Forskellene mellem de to plantetyper vedrører planteproduktion og udplantning med snart sagt alt, hvad dertil hører; for rødderne vedkommende specielt dette, at et godt containersystem sikrer, at planten ved udplantning mister langt mindre af sit rodsystem, end der er normalt ved optagning og udplantning af barrodsplanter. Sammen med containerplanterøddernes beskyttelse mod udtørring i håndteringsfasen, fører dette til,

at containerplanterne alt andet lige ved udplantning er i en bedre fysiologisk tilstand, hvorved vækststagnation undgås.

2.2. Inddeling af emnet – fire spørgsmål

Efter således af ovenstående afskrækkende eksempler at være blevet motiveret til at undersøge problemerne med roddeformationer nærmere, rejser fire afgørende spørgsmål sig vedrørende følgerne. De fire spørgsmål må være centrale i hele roddeformations-diskussionen, og de lyder:

a) Udbedres roddeformationer med tiden?
b) Rodstrangulation – myte eller virkelighed?
c) Påvirker roddeformationer stabiliteten?
d) Hvordan influerer roddeformationer på planternes overlevelse og ungdomsvækst?

2.2.1. Udbedres roddeformationer med tiden?

Spørgsmålet er væsentligt, fordi svaret herpå må give et fingerpeg om, hvor mange år efter udplantning evt. skader som følge af roddeformationer overhovedet kan ventes. Men da svaret ganske sikkert afhænger af en række faktorer, som træart, roddeformationens omfang, plantealder ved roddeformationens opståen og jordbundstype, er det her kun muligt at belyse snarere end at besvare spørgsmålet.

GILLGREN (1971–72) foretog en undersøgelse af 70 RGR og 80 SKF i alderen 12–27 år, som blev opgravet og rødderne bedømt. Undersøgelsen, der dækkede en række forskellige kulturmetoder, viste, at 87 % af de plantede RGR og 100 % af de plantede SKF havde roddeformationer. Selv op i 20–30 års alderen var disse ret stærke på *begge* arter. For at undersøge om disse deformationer forsvandt med alderen, foretog GILLGREN (1971–72) en mindre undersøgelse for direkte at vise dette, og han nåede frem til, at »ved rodens tilvækst maskeres deformationen efterhånden« (GILLGREN, 1971–72, s. 32). Dette

resultat finder jeg for kategorisk, idet grundlaget herfor kan betvivles. Denne del af undersøgelsen bygger nemlig kun på 9 træer fra en 28-årig SKF-bevoksning på sand, samt 5 træer fra en 50-årig SKF-bevoksning på frisk moræne. De to bevoksninger og 14 træer blev udvalgt »subjektivt« (GILLGREN, 1971–72, s. 10), og træerne blev gravet op, rødderne klassificeret: deformeret/ikke deformeret. Derefter har 9 træer, hvis udvælgelsesmetode ikke fremgår, fået rodsystemet gennemskåret for de på opskårne og slebne snitflader at afgøre, om det tidligere har været deformeret. Denne afgørelse har han selv fundet vanskelig, resultatet blev imidlertid (GILLGREN, 1971–72, s. 25):

Antal undersøgte træer	14	(100 %)
Antal deformerede træer	7,5	54 %
Antal gennemskårne træer	9	(100 %)
Antal tidligere deformerede	8,5	94 %

hvormed han mener at have »fået et klart belæg for, at rødder, som i ungdommen er deformerede, kan udvikles på en fuldgod måde«. Med streg under *kan* ville det for så vidt også være rigtigt, men jeg ville have fundet det mere rimeligt at påpege, at i løbet af ca. 25 henholdsvis 48 år er frekvensen af deformerede rødder kun faldet fra 94 % til 54 %, samt at materialet er så begrænset, at resultatet må betegnes som usikkert.

LÄHDE & MUTKA (1975) skriver, at de forskelle, der er mellem plantede og selvsåede RGR's rodstruktur, mindskes med senere vækst. Det bygger på en grundig undersøgelse af 528 RGR i højden 21–200 cm udvalgt fra 44 lokaliteter.

RUDOLF (1939) foretog en undersøgelse, hvor han bl. a. optog i alt 5000 systematisk udvalgte, skrippeplantede fyrre-planter i alderen 2–13 år. På de opgravede træer foretoges visse rodmålinger, og resultaterne kan tolkes således, at roddeformationsgraden falder langsomt og med aftagende hastighed med alderen.

Alt i alt mener jeg, det fremførte kan tolkes således, at roddeformationer:

- som fænomen er *vedvarende* set for en bevoksning som helhed
- men for det enkelte træ helt eller delvis *kan udbedres* med tiden
- og at frekvensen af roddeformerede træer i bevoksningen derfor oftest med tiden er *faldende*.

2.2.2. *Rodstrangulation – myte eller virkelighed?*

Ved rodstrangulation forstås, at en eller flere rødder ved en deformation bringes til at omslutte en eller flere andre rødder, hvis ledningsbaner tænkes kvalt ved det tryk, der opstår ved røddernes senere tykkelsesvækst. Herved brydes den nedadgående assimilat-transport til yderligere rodvækst, hvorefter træet med tiden dør. Det er således naturligt, at frygten for rodstrangulation koncentrerer sig om planter opvokset i en container med uigennemtrængelig væg, hvor rødderne ved langvarigt ophold i containeren tvinges til at vokse rundt langs væggen og derved opbygge en kraftig rodsnøre. Denne rodsnøre frygtes så at omslutte de øvrige rødder og senere strangulere disse.

Oprindelsen til begrebet strangulation stammer vist fra LINDBERG (1920), der iagttog, at planter, der plantedes i små spydhuller, fik en opsvulmning af stammen lige over roden, hvorefter en del af disse træer døde. Årsagen til denne opsvulmning tillægger han, at spydhullet virker som en uigennemtrængelig potte, der som beskrevet ovenfor fremkalder en kvælning af den nedadgående stoftransport. Lige over kvælningspunktet sker der derfor en assimilat-ophobning, der bevirker opsvulmningen. WIBECK (1923) fandt noget ganske tilsvarende og antydede, at det foranledigede til tilsyneladende sunde planters død ved 15 års alderen. Helt parallelt hermed beretter BALL (1976) om nogle iagttagelser, han har gjort i bevoksninger af forskellige fyrrearter i Afrika, der var fremtrukket i plast-containere, og hvor en del af træerne nogle år efter udplantning knækkede lige over jordoverfladen. Disse brud skete i en opsvulmning som ovenfor beskrevet, og årsagen tilskrives rodstrangulation forårsaget af den rodsnøre, der udviklede sig i plast-containeren inden udplantning. Derfor mener BALL (1976), at problemet kan løses ved at fjerne rodsnøren ved rodskæring inden udplantning. Hidtil har fænomenet

kun omfattet op til 2–3 % af planterne i en bevoksning, men da det først optræder, når træerne opnår en diameter på 15 cm eller mere, og da ingen af disse plantninger er mere end 7 år gamle, kan hyppigheden frygtes at stige med årene.

Det er vanskeligt på basis af denne korte artikel at vurdere, om årsagen virkelig er strangulation, men BALL (1976) opfordrer til at sende lignende iagttagelser til Mr. BEN SALEM, Forestry Department, FAO, og sidstnævnte har ifølge HIATT & TINUS (1974) skrevet en doktordisputats med titlen »Root strangulation: A neglected factor in container grown nursery stock« (BEN SALEM, 1971, Univ. of Calif., Berkeley). Denne afhandling har det været umuligt at fremskaffe et eksemplar endsige et referat af, så man må *her* slå sig til tåls med titlens klare tendens alene. Imidlertid er der en række kilder, der peger i modsat retning, og under indtryk af disse må den ensomme titel naturligvis vige.

GILLGREN (1971–72) fandt også hyppigt disse opsvulmninger ved deformerede rødder, men han mener, at rødderne ved plantningen er blevet trængt så tæt sammen, at de senere vokser sammen og danner fælles ledningsbaner. Opsvulmningerne, mener han, fremkommer ved, at de enkelte rødder har haft sin egen diametertilvækst, der så ved senere sammenvoksning tilsammen udgør en opsvulmning. Ved gennemskæring af de opsvulmede partier har han iagttaget disse sammenvoksninger, og ved samtale med plantefysiologen NYMAN har han fået bekræftet, at rodstrangulering er »helt urealistisk, og at der i stedet ved sammenvoksning af rødderne med al sandsynlighed opbygges et almindeligt phloemvæv« (GILLGREN, 1971–72, s. 31). Han har i sin undersøgelse ikke fundet en eneste afsnøret roddel, det har JANSSON (1971) og senere LINDGREN & ÖRLANDER (1977) heller ikke. De sidstnævnte mener også, at rødderne vokser sammen, og at nye ledningsbaner opbygges, men forestiller sig, at den nedadgående næringstransport i disse muligvis er dårligere end i normale ledningsbaner. Dette er ikke i strid med JANSSON (1971) og GILLGREN (1971–72) og kunne måske forklare den iagttagede bedre ungdomsvækst for overjordiske plantedele ved planter med roddeformationer (se afsnit 2.2.4.).

CALLIN (1971) mener, at bekymringen for strangulationen kommer fra et eksempel, hvor træer i en fyrre-frøplantage døde i 15 års alderen. Træerne var podede og opvoksede i lerpotter og havde inden udplantning dannet en kraftig rodsnøre. Da de døde træer blev gravet op, var rødderne stadig stærkt deformerede, og afgangen blev tilskrevet rodstrangulation. Ved senere nedlægning af frøplantagen blev de levende træer gravet op. Deres rødder var lige så deformerede som de dødes, men uden at dette havde haft indflydelse på vitaliteten. CALLIN (1971) nævner, at de døde træer evt. kan være stranguleret på podestedet, men han mener dog, at det normale er rodsammenvoksning, der også tydeligt kunne ses på de opgravede levende træer.

At rodsammenvoksninger er almindelige, ses jo også derved, at stubbe ofte lever videre mange år efter hugst (HOLMSGAARD & SCHARFF 1963 og YLI-VAKKURI 1953). Sidstnævnte har tilmed eksperimentelt vist, at disse sammenvoksninger tillader udveksling af næringsstoffer og vand fra træ til træ.

Ifølge KOHMANN (1970, s. 38) har YLI-VAKKURI og BORGMANN & GRAHAM beskrevet en rodsammenvoksning således: »I almindelighed vokser to rødder af samme eller forskellig størrelse parallelt eller på tværs af hinanden og etablerer et kontaktpunkt. Diametervækst hos rødderne forårsager, at der bliver et øgende tryk på kontaktpunktet. Det ser ud, som om væksten bliver stimuleret af dette omkring kontaktpunktet, og begge rødder udvikler ofte en rand af væv. Til sidst bliver den mellemliggende bark brudt ned, og karsystemerne går over i hinanden«. Imidlertid forekommer den bedste sammenvoksning »mellem væv med samme anatomiske og fysiologiske mønster, mens væv med modsat polaritet ikke vokser sammen eller får unormal vækst, ofte vist ved sammenrullede årringe« (KOHMANN, 1970, s. 39). Det vil sige, at de sammenvoksende rødders retning evt. kan have en indflydelse på de sammenvoksende ledningsbaners transportevne. Men der tales ikke om strangulation, og et par år senere skriver han, at indtil »konkrete forsøgsresultater foreligger, vil undertegnede tro,

at strangulationsteorien i høj grad må betegnes som et resultat af, hvad man kan kalde lænestolsbiologi« (KOHMANN, 1972, s. 39). Da dette næppe skal opfattes som en kompliment til tilhængerne af strangulationsteorien, vil jeg her vove at konkludere, at strangulation tilsyneladende er en myte, der rimeligvis baserer sig på den sjældne undtagelse, der bekræfter reglen.

Derimod er en (evt. midlertidig) dæmpning af den nedadgående assimilatstrøm nok sandsynlig ved rodsammenvoksninger, og selvom rødderne ikke stranguleres, tyder en række undersøgelser dog på, at deformationer hæmmer rodudviklingens omfang. Det er rimeligt at forestille sig, at denne hæmning med årene i visse tilfælde kan føre til manglende rodkapacitet hos træet, hvad der kan være forklaringen på de forholdsvis få tilfælde, hvor roddeformationer er sat i relation til opretstående planters død.

Endelig rejser LITTLE & SOMES (1964) et problem, som det vil føre for vidt at komme ind på her. Det drejer sig om, at der ved rodsammenvoksninger vil frembringes dødt rodmateriale, som kan være indfaldsvej for forskellige rådsvampe, der vil kunne nedbryde rodsystemet. Flere forfattere har omtalt problemet, men jeg har ikke stødt på grundige behandlinger af emnet.

2.2.3. Påvirker roddeformationer stabiliteten?

LINDGREN & ÖRLANDER (1977) foretog nogle sammenlignende målinger af tre forskellige plantetyper for at undersøge, om den af deformationer fremkaldte underdimensionering af siderødder og/eller ensidige rodudvikling fører til nedsat stabilitet.

De tre plantetyper var: Kopparforsplanter (plastpotte) plantet med hulpibe (jvnf. JUHL BUNDGAARD JENSEN 1976, s. 58), 2/0 barrodsplanter plantet med bor samt selvsåede planter. Alle planterne var SKF af samme proveniens, voksende på samme lokalitet og udvalgt således, at hver plantetype, der repræsenteredes af 50 træer, havde samme middelhøjde på 131 cm. Planteaf-

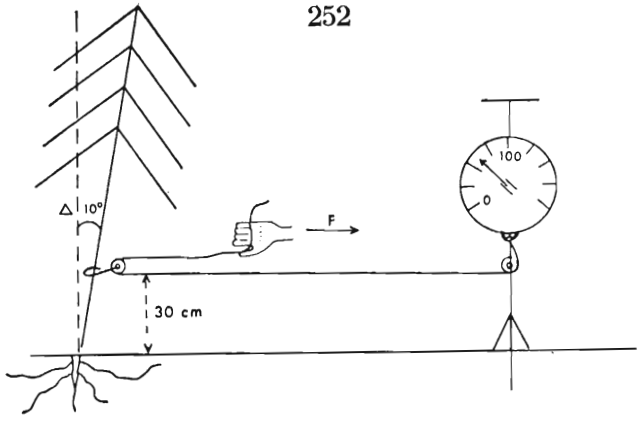


Fig. 5. »Måling af stabiliteten. En kraft F ansattes på planten ved hjælp af et reb. Dynamometeret aflæstes, når stammens vinkel i forhold til lodlinjen androg 10°« (LINDGREN & ÖRLANDER 1977, fig. 2, s. 13).

gangen var lav i hele materialet, der var anlagt i 1970 af Svenska Cellulosa AB som sammenlignende plantningsforsøg. Der er således tale om en eksperimentel undersøgelse med plantetypen som eneste varierende faktor.

Stabiliteten måltes, som vist fig. 5, ved at ansætte en trækkraft på plantens stamme 30 cm over jordoverfladen. Trækretningen valgtes tilfældigt. Derefter blev træerne opgravet og rodarealet målt, som angivet på fig. 6.

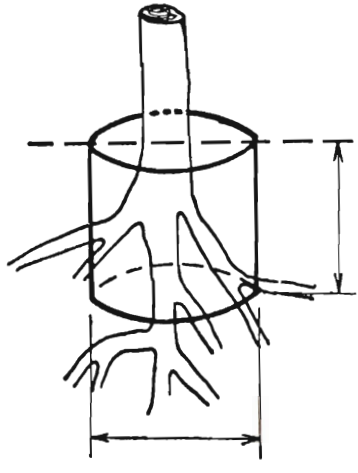


Fig. 6. »Måling af rodarealet. Diametermåling skete for hver rod, som gik ud gennem en tænkt cylinder, placeret som det fremgår af skitsen. Den tænkte cylinders højde og diameter var 10 cm. For hver rod udregnedes gennemskæringsarealet. Ved summering fås for hver plante det tal, som kaldes rodarealet. Rødder mindre end 3 mm medregnedes ikke« (LINDGREN & ÖRLANDER 1977, fig. 3, s. 15).

Som det ses af fig. 7 og 8, viste det sig, at henholdsvis rodarealet og stabiliteten var størst for selvsåede træer, lidt mindre for barrodsplanter og betydelig mindre for Kopparforsplanter. Som det også ses, var både rodarealet og stabiliteten stigende med stigende plantestørrelse. Dette tyder på, at der er en samvariation mellem rodarealet og stabiliteten, og forfatterne betegner denne som meget stærk og anfører, at den hertil hørende korrelationskoefficient for selvsåede planter var større end 0,9. Denne korrelation er højsignifikant, og omend det ikke hermed er bevist, at denne sammenhæng er af kausal natur, forekommer det rimeligt at slutte, at forøget rodareal bevirker en forøget stabilitet. Hvorom alting er,

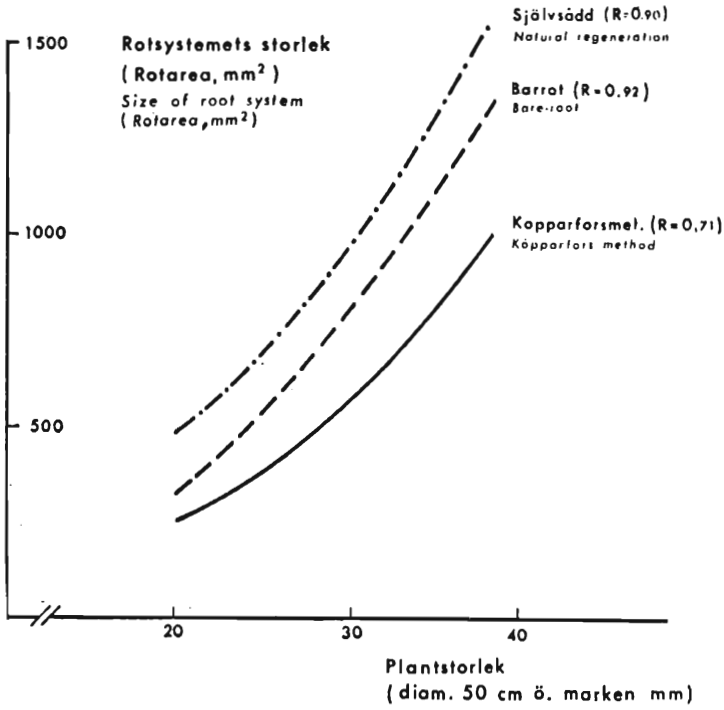


Fig. 7. Sammenhængen mellem rodsystemets størrelse og plantestørrelsen (LINDGREN & ÖRALNDER 1977, fig. 19, s. 26).

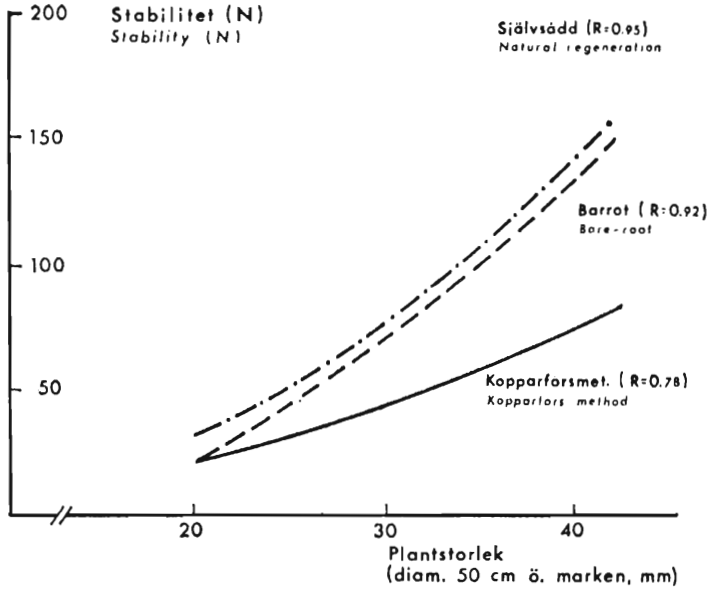


Fig. 8. Sammehængen mellem stabilitet og plantestørrelsen (LINDGREN & ÖRLANDER 1977, fig. 22, s. 31).

så er samvariationen meget sikker, og det har jeg benyttet mig af i min markundersøgelse, idet jeg ud fra målinger af rodarealet på forskellige plantetyper og -metoder har sandsynliggjort forskelle i disse planters stabilitet.

Det er væsentligt at holde sig for øje, at man ikke ud fra LINDGREN & ÖRLANDER's (1977) undersøgelse kan generalisere, at containerplanters stabilitet er betydeligt ringere og barrodsplanters kun en ubetydelighed dårligere end selvsåede planters. Undersøgelsen viser kun noget om stabilitetsforskelle mellem de undersøgte plantetyper. Disse forskelle skyldes en række roddeformerende faktorer, der vil blive gennemgået i kapitel III og IV. At sådanne faktorer i plantefremstillingen og -behandlingen kan påvirke roddannelsen så stærkt, at det giver sig udslag i træernes stabilitet, har undersøgelsen dermed også vist.

Der er to forbehold at gøre ved målingerne af stabiliteten. Dels er det ikke sikkert, at det udtryk, man får for stabiliteten, ved at ansætte en mekanisk trækkraft på træets stamme og trække denne ud i 10° hældning, stemmer nøje overens med træets sande stormfasthed. Dels gælder det, at i og med, man ansætter trækkraften i konstant højde over jorden, får man ikke et udtryk for den stabilitet, træer med varierende højde har i naturen. Udover at man måske kunne lade angrebspunktet variere med træets højde, finder jeg det imidlertid vanskeligt at tilvejebringe et bedre udtryk for træernes stabilitet, og metoden forekommer mig egentlig overbevisende og fornuftig.

SUTTON (1969) refererer en undersøgelse af YEATMANN, der tydeligt viste, at også ensidig rodudvikling kan påvirke stormfastheden. På hedejord havde man i 1931 plantet i en pløjet enkeltfure, der bevirkede, at rødderne udviklede sig stærkest i furens plan. Det resulterede i udbredt stormfald i 1953 i de bevoksninger, hvor furen var anlagt på tværs af vindretningen, mens de bevoksninger, der var anlagt med furen parallelt med vinden, stod urørte.

I en eksperimentel undersøgelse af 1152 Pinus radiata anlagt i Italien på en vindeksponeret skråning, viste ECCHER (1975), at stabiliteten påvirkes stærkt af plantefremstillingen og dermed af roddeformationsgraden. Dels var planterne sået i store plast-containere fra 12 til 22 måneder før udplantning. Dels blev roddeformationerne hos halvdelen af planterne fjernet ved rodskæring inden udplantningen, der fandt sted i marts 1971. Efter 3 år og 3 måneder, da planterne var ca. 3 m høje, registreredes stabiliteten ved at angive den andel af planterne, der af vinden havde fået en hældning, der afveg mere end 20° fra lodret. Som det fremgår af fig. 9, var stabiliteten stærkt faldende med stigende alder ved udplantning, ligesom rodskæringen øgede planternes stormfasthed, især ved de høje udplantningsaldre. Som det senere fremgår af afsnit 3.3.2. og 3.3.3., kan dette også tolkes således, at ved lavere udplantningsalder og ved rodskæring nedsættes roddeformationsgraden, hvorved stabiliteten øges.

På denne baggrund vil jeg udlede, at roddeformatio-

ner klart kan nedsætte træernes stabilitet. Om énsidig rodudvikling i sig selv virker i samme retning, er mere usikkert, men visse iagttagelser antyder det.

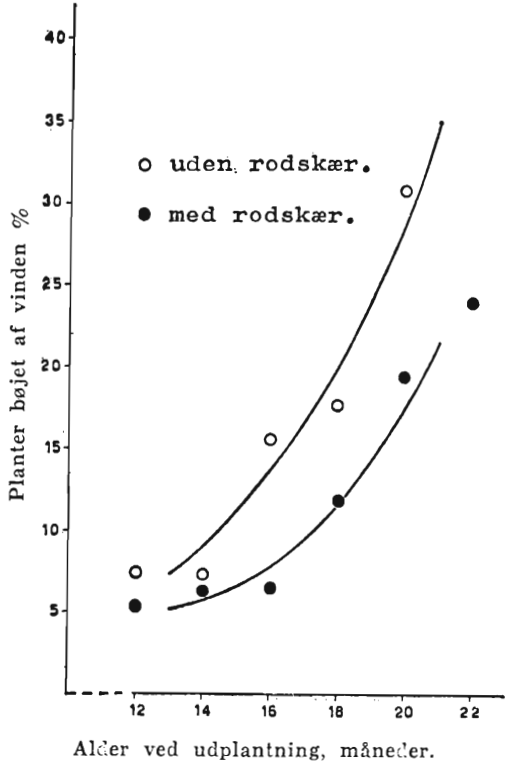


Fig. 9. Variationen i andel hældende planter, som funktion af alder ved udplantning og rodskæring af deformerede rødder. (ECCHER 1975, fig. 1, s. 16).

2.2.4. *Hvordan influerer roddeformationer på planternes overlevelse og ungdomsvækst?*

Dette spørgsmål er interessant, fordi en vellykket kultur normalt bedømmes på god overlevelse og vækst. Det ville derfor lette bedømmelsen af rodudviklingen, hvis denne viste en positiv sammenhæng med disse to faktorer, for så ville man ikke behøve at frygte senere ska-

der forårsaget af roddeformationer, når man stod overfor en trivelig kultur.

Meget tyder imidlertid på, at roddeformationer indtil en vis alder stimulerer den overjordiske udvikling af planten. Allerede en omfattende undersøgelse, foretaget af WIBECK (1923) peger på dette. Nedenstående sammenstilling (WIBECK, 1923, s. 294) viser, at rodtype a (normal) generelt har en mindre stammeudvikling end rodtype b (svagt deformeret), som atter er mindre end for rodtype c (stærkt deformeret). Tallene antyder, at denne

8–9-årige planter	*Rodtype a.*	*Rodtype b.*	*Rodtype c.*
Stammelængde	27,6 cm	31,0 cm	37,3 cm
Stammetykkelse	7,7 mm	8,3 mm	10,7 mm
Sidste årsskud	8,6 cm	8,5 cm	8,6 cm
10–11-årige planter			
Stammelængde	64,0 cm	67,8 cm	67,5 cm
Stammetykkelse	15,9 mm	16,7 mm	18,4 mm
Sidste årsskud	12,3 cm	12,2 cm	13,5 cm
12–15-årige planter			
Stammelængde	85,8 cm	88,9 cm	91,5 cm
Stammetykkelse	21,9 mm	22,0 mm	24,5 mm
Sidste årsskud	16,0 cm	17,1 cm	16,3 cm

tendens aftager med alderen, og WIBECK (1923) mener, delvis på basis af andre observationer, at 15-års alderen udgør det ødelæggende vendepunkt. Desværre er undersøgelsen ikke senere fulgt op.

JANSSON (1971) og HAY & WOODS (1974) fandt på forskellig måde også, at den overjordiske planteudvikling på kulturstadiet stimuleres af roddeformationer.

Herefter vil jeg slutte, at »roddeformationer er meget lumske, fordi effekten viser sig lang tid efter plantning, hvorfor årsagen kan være vanskelig at opdage. I begyndelsen vokser den overjordiske del jo i mange tilfælde bedre end normalt. Det har medført, at man gerne undervurderer roddeformationernes betydning« (BERGMAN & HÄGGSTRÖM, 1973, s. 576).

2.3. Kort sammenfatning

For klart at understrege resultaterne af dette kapitel, vil jeg ganske kort gentage følgende konklusioner:

Én gang etablerede roddeformationer er *vedvarende*, omend de med den tidsmæssige udvikling kan udbedres delvis. Disse deformationer *nedsætter træernes stabilitet*, hvad der *ikke kan iagttages* på overlevelsen og væksten i kulturens første leveår – »tværtimod«. Træernes rødder vokser tilsyneladende sammen, og *stranguleres derfor ikke*, omend phloemets ledningsevne måske nedsættes noget (evt. midlertidigt) ved sammenvoksning.

3. Faktorer, der påvirker roddeformationernes omfang på containerplanter

KINGHORN (1974) har nogle gode betragtninger, der kan klargøre nogle af begreberne ved og målene med anvendelsen af containerplanter. »Ordet container er ambivalent. Vi ønsker at indespærre roden på et stadium, frigøre den på et andet. Vores mål er at *forme* rødder, at *beskytte* rødder og at *kontrollere udbredelsen* af rødder fra containeren« (KINGHORN, 1974, s. 12). Han gør opmærksom på den almindelige misforståelse, at containeren skulle udgøre en miniplanteskole, der flyttes med planten til udplantningsstedet. Hvis det er rigtigt, »så må rødderne forlade planteskolen så hurtigt som muligt. Efter udplantning må en plante for at overleve udstrække sine rødder hurtigt (et spørgsmål om dage, ikke måneder) for at udnytte fugtighed og næringsstoffer i jorden« (KINGHORN, 1974, s. 14). Evnen hertil afhænger af containerens overfladeareal, ikke af dens volumen.

3.1. Containertyper

For at få et overblik over det følgende, vil jeg indlede med en gennemgang af forskellige containertyper. Da der findes et utal af markedsførte containersystemer,

hvoraf mange er beskrevet af JUHL BUNDGAARD JENSEN (1976), vil jeg her forenkle gennemgangen ved at sammenfatte disse i grupper, der er principielt forskellige med hensyn til den indflydelse, de øver på rodudviklingen, og undlade at beskrive de enkelte systemer.

KINGHORN (1974) inddeler containere i 4 hovedgrupper:

I. *Containere uden vægge.* Herved forstås et kohæsivt vækstmedium, der på grund af sin egen sammenhængskraft kan formes til en solid, håndterlig container. I planteskolen placeres de enkelte containere således, at de er omgivet af luft til alle sider, hvorved rodvæksten holdes indenfor containeren (se air-pruning, afsnit 3.3.3.).

II. *Plugs.* Plugs er planter, der sås og opvokser i en container (ofte plast), men som fjernes fra denne umiddelbart før udplantning, idet vækstsubstratet holdes sammen af rodnettet. Denne gruppe omfatter f. eks. Styroblock- og Kopparfors-systemet.

III. *Containere med rodgennemtrængelige vægge.* Disse containerplanter udplantes med containeren, som helst skal være nedbrudt i udplantningsøjeblikket for at sikre fri rodvækst, men som indtil udplantning helst skal være solid og uigennemtrængelig – altså et balanceproblem. Herindunder hører f. eks. paperpot-systemet og forskellige tørvepotter.

IV. *Containere med faste vægge.* Ligesom gruppe-III udplantes disse også med containeren, der er konstrueret med spalter, revner og huller m. v., således at den sprænges ved rodens tykkelsesvækst. Disse omfatter Ontario-tubes og Walter's bullets.

3.2. Beskyttelse af rødderne og kontrol med deres udbredelse

HULTÉN (1975) lavede en undersøgelse, der på udmærket vis belyser disse problemer. I maj 1966 sådes en række forskellige containere med SKF. Halvanden og tre måneder efter såning måltes rodlængden med en

speciel teknik, ligesom procenten af rødder udenfor containeren måltes. Den 12/10-1967 blev træerne udplantet, efter at deres højder var blevet målt. Herefter blev der foretaget en række målinger frem til 1972, hvoraf nogle resultater ses i tabel 1. De dér anførte containertyper er:

Plastraster: En gruppe-II container, hvor der i bunden kan opstå nogen rodfilt mellem de enkelte planter, der ved senere adskillelse giver anledning til rodtab.

Plastrør: Også tilhørende gruppe-II, men her er containeren helt lukket i bunden, så rodfilt undgås. Den giver altså rødderne en god beskyttelse og kontrol i planteskolen.

Paprør: En for langsom nedbrydelig gruppe-III container. Rodfilt opstod, men i den store container betød det dertil hørende rodtab relativt lidt.

Tørvekrukke: En i planteskolen for let gennemtrængelig gruppe-III container, der tillod rodfilt og dermed rodtab.

Jiffy-7: En lille container, der ikke kan placeres i ovennævnte gruppeinddeling. Den består af en komprimeret tørv omspændt af et nylon-net. Da containerne stod tæt sammen i planteskolen, opstod der en kraftig rodfilt.

Container			Rodtab p. gr. a. rodfilt	Rodlængde		Rødder udenfor container %	Topskuds-længde			Højde	
Type	Gruppe	volumen ml		1,5 md. e. sån. cm	3 md. e. sån. cm		68 cm	69 cm	72 cm	før udpl. cm	efter-år 72 cm
Plastraster	II	250	noget	52	232	–	12,8	9,5	38,6	26,5	133,0
Plastrør	II	424	ingen	58	663	37a	13,9	9,4	40,0	17,4b	136,4
Paprør	III	640	lidt	75	812	12	12,3	7,3	34,9	29,5	120,8
Tørvekrukke	III	300	betyd.	41	430	43	13,8	9,7	40,0	23,8	135,2
Jiffy-7	–	87	betyd.	38	262	46	11,8	8,0	37,1	21,8	122,3

Tabel 1. Resultater udvalgt fra HULTÉN 1975, tabel 2, 5, 9 og 10 m. v.
a) Ved plastrør angiver %-rødder udenfor container den rodandel, der har dannet rodsnøre i bunden af containeren.
b) Den lave højde skyldes mangelen på et drænhul i bunden af containeren.

Af undersøgelsens resultater, hvoraf tabel 1 kun er et uddrag, udleder HULTÉN (1975) bl. a.:

- at topskudslængden i 1968 afspejler forholdene i planteskolen, så som planteafstand og dræning.
- at topskudslængden i 1969 repræsenterer en god prognose for den fremtidige vækst, idet den afspejler etableringsvanskelighederne, specielt rodtab ved adskillelse af containerne inden udplantning, samt rodgennemtrængning i gruppe-III containere efter udplantning.
- at rodtab ved udplantning tydeligt påvirker væksten efter plantning. Plastrøret har intet rodtab, fordi containeren indeholder alle rødder, og den er også den plantetype, der har den bedste vækst, hvorimod Jiffy-7 har stort rodtab og dermed nedsat vækst. Når tørvekrukken, der også har stort rodtab, også har god vækst, skyldes det nok, at den har relativt flere rødder at tabe af.
- at manglende rodgennemtrængning efter udplantning alvorligt nedsætter væksten, hvilket ses for paprøret, der har den dårligste vækst.
- at for gruppe-III containere er forholdet mellem rodtab og rodgennemtrængelighed et balance-problem, der afhænger af containerens nedbrydningshastighed, som hellere må give rodtab i planteskolen end forårsage manglende rodgennemtrængelighed i marken,

hvorefter han konkluderer, at »den ideelle beholderudformning skal

1. holde samtlige rødder indenfor beholderens volumen, så ingen rødder behøver at kappes bort, dvs. have en effektiv spærring for rødderne i planteskolen.
2. tillade dræning i planteskoletiden.
3. plantes uden beholdervæg. Dette kræver en godtagelig sammenholdning af substratet, så det ikke sønderdeles.«

(HULTÉN, 1975, s. 31). Hertil vil jeg på baggrund af kapitel 2 knytte

4. have en god rodformende virkning, dvs. containeren ikke må have en roddeformerende effekt på rodsystemet (se afsnit 3.3.).

Disse resultater stemmer godt overens med JOHNSON's (1974) undersøgelse, der omfatter to gruppe-II, én gruppe-III og én gruppe-IV container(e). Ved registrering 3–5 år efter udplantning fandt han den bedste udvikling for plugs (gruppe-II) og biologisk nedbrydelige containere (gruppe-III).

Om gruppe-III skriver BERGMAN & HÄGGSTRÖM (1973) vedrørende paperpots, at de foreligger i 3 typer: Fh, Wh, og Bh med en nedbrydningstid på henholdsvis 6–9 måneder, 6–8 uger og 4–5 uger. Alle 3 typer forudsætter imidlertid fugtighed for at nedbrydes. De iagttog nemlig, at paperpots, der ved plantning var placeret så højt, at deres øverste kant var fri af jordoverfladen, endnu ikke var helt nedbrudt 4 år efter udplantning. Det skyldes, at hele potten tørrer ud, når blot den øverste del af den udsættes for tørre forhold.

3.3. Rodformning

Rodformning omfatter de faktorer i plantebehandlingen, der direkte medvirker til at forme, herunder deformere, planternes rodsystem.

3.3.1. Container-design

HIATT & TINUS (1974) lavede et eksperimentelt forsøg med 10 forskellige containertyper. Heraf tilhørte 3 gruppe-I, 2 tilhørte gruppe-II med vertikale ribber og spalter i containervæggen for at dæmpe rodsnøringen, samt andre 5 gruppe-II containere uden sådanne anordninger. Den 2/2-1972 blev disse containere sået med Pinus ponderosa, og samtidig etableredes en 0-parcel, der – sået på det endelige voksested – viste den naturlige rodudvikling. Alle planterne havde i hele forsøgsperioden de samme vækstforhold (med døgnbelysning og konstant temperatur), når der ses bort fra de forskellige containeres indflydelse. Den 12/5, 1/9 og 30/10-1972 blev 10 træer af hver type gravet op. På halvdelen måltes snoningsvinklen (se fig. 10) pr. rod og pr. træ, den anden halvdel udplantedes. To år efter udplantning blev de udplantede træer opgravet, og snoningsvinklen atter målt.

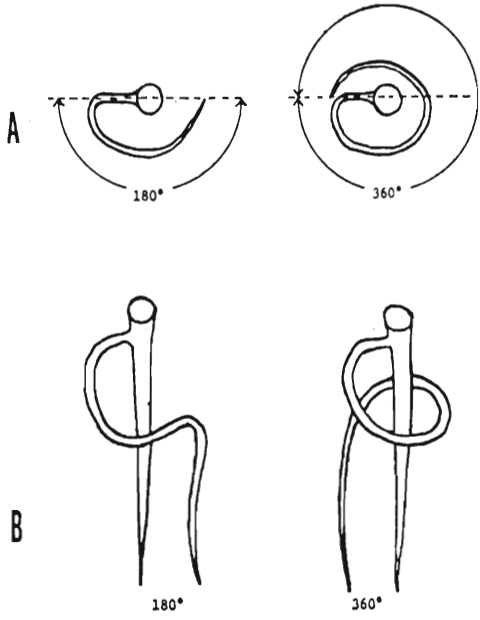


Fig. 10. Måling af snoningsvinklen. A: Siderødder af 1. orden set fra oven. B: do. set fra siden. (HIATT & TINUS 1974, fig. 1, s. 195).

Snoningsvinklen pr. plante er summen af alle snoningsvinkler på planten. Resultaterne ses i fig. 11, hvor søjlen til venstre er gennemsnittet af de tre første målinger,

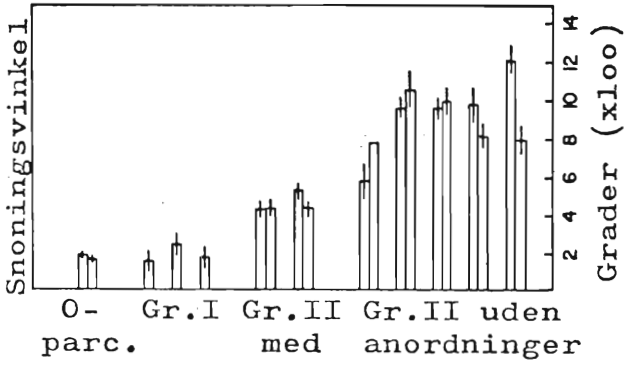


Fig. 11. Snoningsvinkel pr. træ for hver containertype (HIATT & TINUS, fig. 3, s. 196).

mens den højre viser snoningsvinklen ved sidste måling. Det ses, at snoningsvinklen for gruppe-I er af samme størrelse, som 0-parcellen. For gruppe-II med snoningsdæmpende anordninger, var snoningsvinklen større end for gruppe-I, men mindre end for gruppe-II uden disse anordninger. Forsøget viser således, at container-design øver en væsentlig indflydelse på rodformen, og at de vertikale ribber og spalter i containervæggen har en tydelig, gunstig virkning. Formålet med at hindre rodsnøring er, at den rette rodform, efter at den ved udplantning er frigjort fra containeren, lettere etablerer en naturlig lejring af rødderne, fordi de har færre og mindre kunstige afbøjninger, end rodsnørede planter. For at sådanne afbøjninger ikke skal opstå i containerbunden, bør røddernes længdevækst standses med rodskæring, når de når denne (se afsnit 3.3.3.).

Endvidere viser forsøget, at snoningen ikke er forsvundet efter ca. 1½ års fri vækst. Snoningsvinklen er næsten uændret pr. træ (se fig. 11) før og efter udplantning. Dette er i god overensstemmelse med afsnit 2.2.1.

3.3.2. Containertid – udplantningsalder

Ved containertid forstås her det tidsrum, planten opholder sig i containeren inden udplantning. Da store udplantningsplanter normalt har større overlevelse end små, ikke mindst under danske vækstforhold, opstår ønsket om at lade planterne stå længere i containeren for her at vokse sig store inden udplantning. Det har imidlertid en uheldig deformerende effekt på rodstrukturen, idet rodvæksten i en uigennemtrængelig potte, efter at være nået til dennes sider og bund, tvinges rundt i en unaturlig rodsnøre.

Således viste JANSSON (1971) i et forsøg, at andelen af planter, der 6 år efter udplantning havde en rodsnøre på mere end eller lig med en halv omgang, steg fra 38 % til 71 %, når containertiden steg fra 3–6 uger til én vækstsæson.

DANSK SKOVFORENINGS TIDSSKRIFT

BIND LXII · 1977

UDGIVET AF

DANSK SKOVFORENING

VALBY

TRYKT HOS SCANTRYK

1977

REDAKTIONSUDVALG:
Hofjægermester I. ESTRUP, Kongsdal, 4440 Mørkøv (formand), skovrider OLE FOG, lektor, lic. agro. FINN HELLES, statsskovrider STEFFEN JØRGENSEN, forstander AA. MARCUS PEDERSEN

Redaktør: P. HAUBERG
Vester Voldgade 86³, København V.
(01) 12 21 66

INDHOLD

Nekrolog:

FRITS JØRGENSEN 225

Afhandlinger, artikler m. m.:

ALS, CHRISTIAN: Anvendelse af nøgletal i skovbruget 165
BÜLOW-OLSEN, A. & J. A. MELDGAARD: Kvæggræsning og etablering af nåletræer 220
Dansk Skovforenings ordinære generalforsamling 1977 95
GRENE, SØREN: Roddeformationer og stabilitet 235
HELLES, FINN: Om teorien bag flersidig produktion i skovbruget 179
HOLSTENER-JØRGENSEN, H. & V. JOHANSEN: Vanding af nobilis 72
HOLSTENER-JØRGENSEN, H. & V. JOHANSEN: Foreløbige resultater af et rødgrankulturforsøg med anvendelse af Thomasfosfat og forskellige hjælpeplanter på vestjysk bakkeø ... 199
MUNKØE, J. C.: Lidt om skove og skovbrug i Vesttyskland og Østrig – Indtryk fra en rejse 1
Skovteknisk Institut. Årsberetning 1976 152
SKYUM, JØRGEN: Schweizerische Interessengemeinschaft Industrieholz 291
SØRENSEN, A. & M. WENTZER: Forslag til godskontoplan 36
TOLSTRUP, E.: En forstlig studierejse til Irland i juli 1976 .. 207
AARESTRUP, J.: Realudbytte af skovbrug og andre investeringer 55

Kronik:

Cirkulære om vurdering af skove og plantager ved 16. almindelige vurdering 76

Litteratur:

NOVAK, VLADIMIR, FERDINAND HROZINKA & BOHUMIL STARY: Atlas of Insects Harmful to Forest Trees 177
EARL, D. E.: Forest energy and economic development 93

ECCHER's (1975) forsøg (se s. 255) viste også tydeligt, omend indirekte, stigende roddeformation med stigende containertid. ROHMEDER (1968) og HARRIS et. al. (1973) kom til samme resultat.

Jo kraftigere og mere kompakt rodsnøren bliver, og jo ældre planten er ved udplantning, jo vanskeligere vil det være for planten senere at opnå en kraftig og alsidig rodudvikling. Vanskeligst vil det være på en svær og fugtig jord med træarter, der ligesom SKF ikke har adventivrodsdannelse.

Det er klart, at større containere tillader længere containertid, men der er tilsyneladende ingen undersøgelser, der belyser denne sammenhæng. Desuden byder større containere på stigende tekniske vanskeligheder og omkostninger. Planteskole-omkostningerne vokser således med kvadratet på containerens diameter, mens omkostningerne til transport og plantning vokser proportionalt med containervolumen (KINGHORN, 1974), så grænsen for optimal containerstørrelse – som for så meget andet – er snarere af økonomisk end biologisk natur.

3.3.3. Rodskæring

Det er klart, at rodskæring direkte påvirker rodudviklingen. I forbindelse med containerplanter kan man tale om flere forskellige former for rodskæringen, der alle tjener det formål at nedsætte roddeformationerne og dermed gøre en længere containertid mulig. Disse former omfatter dels den almindelige form, hvor rødderne skæres over, dels en form for rodskæring, hvor en rods længdevækst standses, når den har opnået den ønskede udstrækning. Dette opnås enten ved anvendelse af copper-screen (kobber-skærm) eller ved air-pruning (luftskæring).

3.3.3.1. Almindelig rodskæring

HARRIS et al. (1973) undersøgte i et eksperimentelt for-

søg rodskæringens betydning for rodudviklingen. Fire træarter blev bredsået, og efter ca. 1 måned blev frøplanterne omplantet til tørvepotter og senere atter omplantet til gallon-dunke (3,79 l).

Ved første omplantning blev halvdelen af frøplanterne rodskåret, således at rødderne ikke behøvede at blive bøjet ved anbringelsen i tørvepotten. Ved omplantning til gallon-dunke blev halvdelen af planterne atter rodskåret, således at rødder, der stak ud af tørvepotten, blev afskåret. Efter én vækstsæson undersøgtes rødderne. Resultatet var følgende (fra HARRIS et. al. 1973, tabel 1, s. 11):

	% træer med godt rodsystem			
Træart	Ironbark	Eg	Fyr	Pistache
Rodskåret	86	91	94	80
Ikke rodskåret	40	4	48	22

At roddeformationer bliver mindre ved bortskæring af deforme rødder er næsten selvfølgeligt. Samme resultat kom ECCHER (1975) da også til, og det havde her en betydelig fremmende effekt på stabiliteten (se fig. 9, s. 256). Endvidere svarer det ganske til BALL's (1976) antagelse (se s. 248).

3.3.3.2. Copper-screen

Mange containertyper er uden fast bund, og i sådanne vil en plantes rødder vokse ud gennem containerbunden, når containertiden er tilstrækkelig lang, og vil dermed blive afbøjet og sammen med naboplanterne udvikle en kraftig rodfilt. Hermed er et af formålene med containerplanter, nemlig beskyttelsen af roden, ikke blevet opfyldt, for denne rodfilt gør adskillelsen af planterne inden udplantning meget vanskelig, således at de uvægerligt får beskadiget deres rodsystem på samme måde, som ved optagelse af barrodsplanter i planteskolen.

For at undgå dette, uden at afkorte containertiden, søgte SAUL (1968) en skånsom metode til at begrænse røddernes vækst til containeren. Han fandt en copper-screen (både i form af metal, maling eller Cu-armerede fibre) meget velegnet hertil, fordi det viste sig, at en rod standser sin længdevækst, når den når til en sådan skærm. Herved skulle man, ifølge SAUL (1968), kunne udvikle en større plante med en velformet og fyldig rod, uden at øge containerstørrelsen og tilsyneladende uden andre uønskede følger.

For at undersøge dette nærmere anlagde BARNETT & MC GILVRAY (1974) et eksperimentelt forsøg med Pinus taeda og P. palustris, der såedes i paperpots, hvori de stod i væksthus indtil udplantning 1, 2, 3 eller 4 måneder senere. I denne periode var halvdelen af planterne anbragt i rammer med copper-screen i bunden, halvdelen i rammer uden. Alle planterne blev udplantet 12. august 1971, inden blev røddernes tørvægt dog bestemt. 16 måneder senere blev vækst og overlevelse registreret. Resultaterne viste, at selvom copper-screen effektivt standsede røddernes udvækst gennem bunden, så var røddernes tørvægt lige stor i de to grupper, dvs. at når den apikale rodvækst standses, stimuleres den laterale rodvækst tilsvarende. Desuden var overlevelsen ved alle udplantningsaldre bedst ved anvendelse af copper-screen, for P. palustris specielt for de 4 måneder gamle planter. Derimod påvirkedes væksten efter udplantning ikke signifikant.

ALM (1974) undersøgte kobber-indholdet i rod og top ved anvendelse af copper-screen og forskellig containertid. Som ventet var dette indhold mange gange større med copper-screen end uden, og steg med stigende containertid. Imidlertid var indholdet under alle omstændigheder lavt (max. 630 ppm ved 6 måneders containertid) og havde ingen skadelige virkninger.

3.3.3.3. Air-pruning

Air-pruning er specielt knyttet til gruppe-I containere, altså containere uden vægge. Anbringes disse containere i rammer med luftrum mellem og under, vil røddernes vækst standse, idet de når luftlaget, forudsat at den relative luftfugtighed holdes tilstrækkelig nede med ventilationen. Dette kaldes air-pruning, og det sikrer en endnu mere naturlig rodform end ved anvendelse af copper-

screen, hvor rødderne fortsat kan afbøjes og vokse rundt eller ned langs containerens sider. Air-pruning kan imidlertid også anvendes, ligesom copper-screen, under bunden af almindelige containere. Det har SCARRATT (1972) gjort i et sammenlignende forsøg mellem de to metoder. Han fandt, at air-pruning gav en mere vertikal rodform med større rodforgrening og færre cirklede rødder langs containerens inderside, end copper-screen gjorde.

Forskellene udviskedes imidlertid efter udplantning, og han finder begge metoder effektive og uden langtidige biologiske forskelle, dog mener han, at air-pruning er bedst for en containertid over et år, da den overhovedet ingen rodfilt danner. Det gør copper-screen derimod ved så lang en periode.

Jeg finder imidlertid, at den vægløse gruppe I container, kombineret med air-pruning, må være den principielt bedste løsning på et containerplantesystem set ud fra et rodudviklingssynspunkt. Det gør jeg, fordi denne containertype ikke har nogle mekaniske barrierer, der kan påtvinge rødderne en unaturlig form. Bortset fra, at røddernes udstrækning begrænses indtil udplantning, giver den en lige så naturlig rodudvikling, som der opnås ved såning direkte på træets endelige voksested. Ved air-pruning standses røddernes vækst, idet de når luftlaget, og derved induceres der yderligere forgrening og siderodsvækst, og planten udvikler et kompakt, rigt forgrenet rodnet med mange naturligt orienterede vækstpunkter, der ubeskadiget vokser videre i en naturlig rodform efter udplantning.

Her skal nævnes to selvcontainende medier. BARDSLEY (1974) omtaler et syntetisk stof, Polyloam, der formet i blokke har en porevolumen på 45 %, mindste vandkapacitet på godt 30 % og dermed god ilttilgang. Polyloam er dimensionsstabilt og tåler mekaniseret håndtering. Det er tilsat en række næringsstoffer. Polyloamblokkene har en dimension på 1,9 × 1,9 × 10 cm, 180 stk. på hvert dertil indrettede underlag.

Et andet system (Multicomp) praktiseres hos Skogsföryngring

A/B i Simrishamn, som jeg gennem skogsmästare SVEN INGERSTEDT flere gange har været i telefonisk kontakt med. Her udgøres containeren af en næringsberiget tørv, der er sammenpresset til blokke på 4 × 4 × 4 cm. Disse anbringes med 5 mm luftmellemrum på plastrammer, der også tillader luften adgang fra neden. Disse plastrammer anbringes på trærammer 20 cm over planteskolejorden. Der er udviklet et plantningssystem omkring disse planter, hvor en mands dagspræstation opgives til ca. 1200 planter.

4. Faktorer, der påvirker roddeformationernes omfang på barrodsplanter

Om disse forhold foreligger der ikke mange, og specielt ikke nyere undersøgelser. Det hænger sammen med, at man til vurdering af plantefremstillings- og plantemetoder stort set kun undersøger planternes overlevelse og vækst de første år efter udplantning. Og ifølge afsnit 2.2.4. er en sådan undersøgelse ikke i stand til at belyse rodudviklingen. Derfor må følgende fremstilling om roddeformerende faktorer ved barrodsplanter basere sig dels på nogle hovedsagelig ældre, perifere og uaktuelle undersøgelser, dels på den snusfornuft, jeg mener at være kommet i besiddelse af gennem studierne i den litteratur, der ligger til grund for de foregående kapitler. Enhver kan således frit gøre sine forbehold overfor dette kapitel.

4.1. Prikling

For det første bør det anføres, at da der ved enhver omplantning opstår roddeformationer, vil det nedsætte disse, hvis man sprang over priklingen og udplantede uomskolede planter. Det vil imidlertid ofte stride mod andre hensyn, og en kort omtale af priklingens indflydelse på rodudviklingen vil derfor være ønskelig.

Hertil findes der kun gammel litteratur, hvorfra det kan fastslås, at manglende omhyggelighed ved priklearbejdet kan medføre bøjede rødder og rodhals, og om priklemetodens indflydelse anfører LINDBERG (1920), at håndprikling i optrukket fure giver den mest velformede rod, mens prikling med pind eller ske giver en alvorlig sammentrykning af rødderne, og med priklebræt en bøjning af rodhalsen. Prikling med spade giver et fladt rodsystem med mange opadbøjede rodspidser. HELMS & WEGGE (1920) fin-

der også, at prikling i fure giver et mindre fladtrykt rodsystem end prikling i spalte.

I dag er priklemetoderne andre, og disse bemærkninger kan vel kun tjene til at vise, at man stadig bør tillægge rodens formning ved priklearbejdet en vis opmærksomhed.

4.2. Rodskæring

LINDBERG (1920) skriver, at jo større rodsystem planten har, jo mere vil det deformeres ved omskoling og udplantning. Dette kan alene begrunde rodskæring. Et andet formål hermed er imidlertid også at udvikle et koncentreret, men fyldigt rodsystem, der ved optagningen bevarer det meste af sit rodsystem intakt. Det opnås ved gentagne rodskæringer i planteskolen, hvor man skærer for vidtstrakte rødder over, og dermed stimulerer de kortere rødders vækst og forgrening.

HARRIS et. al. (1973) konstaterede i deres forsøg (se s. 266), at rodskæring inden prikling til tørvepotter gav bedre rodform end rodskæring inden »udplantning« til gallon-dunke. Med den første rodskæring alene var 98 % af fyrre-planternes rødder velformede efter 1 år i gallon-dunke, mod 72 % ved den sidste alene. Det viser, at det i det mindste for visse arter er væsentligt, at rodskæringen påbegyndes så tidligt, at deformationer ikke når at anlægges. Dog viste forsøget, at sen rodskæring er betydelig bedre end ingen, helt parallelt med ECCHER (1975), se fig. 9.

HELMS & WEGGE (1920) konstaterede også, at priklearbejdet lettes ved rodskæring, og at det giver et mindre fladt rodsystem, færre bøjede rødder og større rod-/topforhold. Ved prikling i tørkeår kan kraftig rodskæring af RGR give forøget plantedød på sandet jord, men generelt anser de røddernes regenerationsevne for at være stor.

Både ved prikle- og plantearbejdet vil en vidtstrakt, ubeskåret rod stille store krav til plantehullets størrelse og arbejdets udførelse, hvis roddeformationer skal undgås. Derfor er en passende rodskæring, der også letter optagelse af planten i planteskolen, at foretrække.

4.3. Plantealder

Alderen ved udplantning spiller en rolle for træets evne til at udbedre et deformeret rodsystem, og den evne

Tabel. 2. Procentuel fordeling mellem normale (a) samt svagere (b) og stærkere (c) roddeformerede individer af SKF ved forskellig udplantningsalder (middeltal fra en række lokaliteter). (Uddrag af WIBECK 1923, tabel III, s. 292).

Alder ved plantning 1-årige			Alder ved plantning 2-årige			Alder ved plantning 3-årige		
% af forskellige rodtyper			% af forskellige rodtyper			% af forskellige rodtyper		
a	b	c	a	b	c	a	b	c
42	38	20	37	41	22	22	51	27
	58			63			78	

er faldende med alderen. For arter som SKF, der ikke har en god adventivrodsdannelse, er dette særlig aktuelt (se tabel 2). Da der ved enhver omplantning opstår roddeformationer, vil det være ønskeligt, at omplantningerne sker så tidligt i plantens liv som muligt. Samme tendens fandt LITTLE & SOMES (1964) i et kortvarigt eksperiment (se afsnit 4.4.).

Udover plantens evne til at forbedre et deformeret rodsystem, øver alderen også indflydelse på deformationerne derved, at en ældre og dermed større plante med større rodsystem lettere påføres roddeformationer ved plantningen, end små planter.

4.4. Plantemetode

Det er klart, at plantemetoden og omhyggeligheden ved plantearbejdets udførelse øver en betydelig indflydelse på rodens formning og udvikling.

LINDBERG (1920) anfører, at plantning i midten af åbne huller giver en bedre anbringelse af roden end plantning ved hullets kant, som atter giver en bedre rodstruktur end spydplantning (se fig. 3). RUDOLF (1950) opremser også en række metoder. For skrippeplantning refererer han til sin tidligere undersøgelse, hvor han fandt, at ca. 65 % af træerne havde rødderne anbragt i ét plan og med mange rodspidser opadbøjede. Han finder der-

for, at dyrere metoder med plantning i huller er bedre, og nævner således plantning ved hullets kant eller i dets midte. Han fremhæver en af disse, nemlig den såkaldte »omvendte V«-metode, hvor rødderne fordeles på begge sider af det »omvendte V«. Ligeledes finder BERGMAN & HÄGGSTRÖM (1973) tydelige deformationer ved skrippe- og borplantning.

Trods dette er udviklingen herhjemme gået fra plantning i gravede huller til forskellige former for skrippe-, bor- og mekaniseret plantning, evt. efter forudgående jordbearbejdning. Baggrunden herfor er, at disse metoder er meget billigere og normalt resulterer i en tilfredsstillende overlevelse og vækst. Dette viste BORNEBUSCH's (1941) undersøgelse, hvor plantning i spadehuller, hakkede huller, T-skrippe samt forskellige distriktsmetoder blev sammenlignet på en række distrikter. Der blev anvendt både 2/0 og 2/2 RGR, og 3–4 år efter udplantning blev overlevelse og højdevækst registreret.

Resultaterne viste, at 2/0 RGR er for lille en plante med stor planteafgang. For 2/2 RGR er overlevelsen næsten upåvirket af de tre ovennævnte plantemetoder, mens højdevæksten falder en anelse fra spadehuller over hakkede huller til skrippe-plantning. Ved revisionen af forsøget (NIELSEN, 1957) var denne lille forskel stort set forsvundet, og det er således naturligt, at den billigere T-skrippemetode siden er blevet foretrukket. Men som før nævnt, siger en sådan undersøgelse intet om rodudviklingen, ligesom evt. skadelige følger af roddeformationer kan vise sig årtier efter udplantning. Nu foreligger der ingen oplysninger om sådanne følger af forsøget, så der er tilsyneladende ingen grund til bekymringer.

Det er nu ikke et godt ræsonnement til at afvise problemet, for dels kunne sådanne følger måske være fremkommet under andre omstændigheder, dels er det tvivlsomt, om T-skrippeplantningen i forsøget repræsenterer vore dages skrippeplantning. Det tror jeg ikke den gør, både fordi man i dag snarere anvender enkelt-skrippe

end T-skrippe, og fordi man på den tid var omhyggeligere med røddernes rette placering (og sikkert ekstra omsorgsfuld i et forsøg som her), end man er i dag. Mine personlige erfaringer fra forprøveåret, hvor plantekravet beskedent var, »at roden skulle vende nedaf«, siger mig, at omhyggeligheden er gået af fløjten – specielt hvor der plantes på akkord. Derfor ville nyere, danske undersøgelser, der kunne belyse roddeformationerne ved forskellige, praktiserende plantemetoder i høj grad være ønskelige. Sådanne undersøgelser findes ikke, men derimod et par udenlandske, der her vil blive omtalt i historisk rækkefølge.

SCHANTZ-HANSEN (1945) anlagde i 1937 en eksperimentel undersøgelse med plantning af hvidgran og 3 fyrrearter, der alle som 2/2 blev plantet ved hjælp af 5 forskellige metoder. Disse var »omvendt-V«, spydplantning og 3 forskellige skrippemetoder, hvoraf én betegnes som værende uden omhu. To og tre år efter udplantning blev nogle stikprøver opgravet, og der var ingen forskelle i rodlængden, ligesom forgreningen var så god, at roden *vurderedes* til at få en alsidig udvikling. Ifølge forfatteren skyldes dette i høj grad den lette, luftige jord, hvor røddernes fremtrængen er let og uhindret, og han spørger selv, hvordan resultatet ville have været på en svær og fugtig bund.

GRUSCHOW (1959) foretog en undersøgelse på et 4729 acre stort område, der var kultiveret med både selvsåede og skrippeplantede Pinus taeda. Tre år efter plantningen blev der opgravet et antal træer i 41 udlagte stikprøver. De 2005 plantede træer lod sig let adskille fra de selvsåede, idet de i modsætning til sidstnævnte havde et fladtrykt, plant rodsystem. De opgravede, plantede træers rødder blev klassificeret, således at følgende fordeling fremkom: 33 % af planterne havde en normal pælerod, 35 % havde en J-formet hovedrod, 11 % en L-formet hovedrod, og endelig havde 21 % et tæt sammenklumpet rodsystem. Denne fordeling varierede ikke med jordbearbejdning eller jordtype, ligesom deformationsgraden på dette tidlige stadium ikke kunne konstateres på planternes overjordiske udvikling.

Endelig anlagde LITTLE & SOMES (1964) et sammenlignende forsøg, hvor tre fyrrearter indgik. Hver art blev dels sået på stedet, dels plantet på følgende tre måder:

a) midt i plantehul, hvor rødderne søgtes alsidigt spredt,
b) god skrippe, der var så dyb, at hovedroden med omhu kunne anbringes vertikalt uden afbøjninger,

c) dårlig skrippe, hvor roden på grund af manglende dybde og omhu fik en tilfældig placering.

Foråret 1961 blev der sået på stedet og plantet 1/0-planter, foråret 1962 blev 2/0-planter plantet, og allerede i november samme år blev der udtaget en stikprøve for hver planteart og -metode. Planter, der var sået på stedet, havde et normalt rodsystem med lodret pælerod og alsidige, vandrette siderødder. Alle plantede planter var betydelig mindre alsidige og havde sammenfiltrede rødder nær jordoverfladen. Der var dog store forskelle på rodstrukturen mellem de tre metoder, hvor a)-planterne havde den bedste alsidighed og pælerodsform, omend de hyppigt afveg stærkt fra de såede planter, mens både metode b) og c) for alle planter gav mere fladtrykte rodsystemer. Desuden var hovedroden hyppigt L-eller J-formet, selvfølgelig hyppigst hos metode c), men det androg dog også 25 % af metode b)-planterne. Selv om forsøget forekommer for kortvarigt til at vise, at 1/0-planterne lettere retter sig fra en roddeformation end 2/0-planterne, mener forfatterne dog at få denne tendens bekræftet i forsøget.

Disse undersøgelser viser, at roddeformationer hyppigt opstår ved plantemetoder, der stærkt ligner de mest almindeligt anvendte metoder herhjemme, ligesom specielt det sidste forsøg viser, at manglende omhyggelighed ved plantearbejdets udførelse forværrer deformationsgraden betydeligt. Derfor kan man også fastslå, at alvorlige roddeformationer ikke kun hører containerplanterne til, men lige så vel optræder ved de former for barrodsplantning, vi anvender i dag.

5. Markundersøgelse

Det var undersøgelsens formål at verificere, om nogle af resultaterne af litteraturgennemgangen (specielt kapitel 2) kunne erkendes i praksis og i bekræftende fald at få et skøn over, hvor markante forskellene mellem en række plantetyper måtte være.

5.1. Undersøgelsens formål

Undersøgelsen omfatter i alt 14 RGR-kulturer. De pågældende kulturer er udvalgt, efterhånden som undersøgelsen skred frem, dels fordi nærmere data for de kulturer, det var muligt at vælge imellem, ikke var oplyst

på forhånd, dels fordi tidsforbruget til undersøgelse af en kultur først måtte erfares. Udvælgelsen er sket med følgende formål for øje:

a) at få flest mulige plantetyper repræsenteret, herunder også selvforyngelse som ikke deformeret kontrolparcel,
b) at få tilvejebragt et sammenligningsgrundlag mellem de forskellige plantetyper,
c) at få de vigtigste plantetyper repræsenteret med to kulturer fra to forskellige lokaliteter,
d) om muligt at tilvejebringe et grundlag for at vurdere den tidsmæssige rodudvikling.

For at opfylde det sidste formål, blev de 14 RGR-kulturer udvalgt i to højdeklasser, således at 6 kulturer

Skema 1. Udvalgte RGR-kulturer i højden 60–65 cm.

Kultur nr.	Plantetype	Alder år	Jordbund	Overlevelse %	Konkurrence	Lokalitet	Bemærkninger
7	Selvsået	–	fugtig lermuld	100	svag	Frijsenborg	selvforyngelse under rødeg
16	Selvsået	–	ler og grus	100	nogen	Esrum	stod langs vej og ovenpå ammunitionslager
1	2/2 Barrod	7	ler	100	svag	Frijsenborg	plantet i skrippe med spade eller grønrisbor
13	2/2 Barrod	9	ler	>90	nogen	Beldringe-Lekkende	plantet i skrippe med spade eller grønrisbor
9	Paperpot	5	lermuld med humuslag	80	nogen	Frijsenborg	plantet som 2/0 i Wh 4–08 paperpot med pottiputkirør
12	Paperpot	5	ler med muldlag	70	nogen	Beldringe-Lekkende	omskolet som 1/0 Fh 4–08 paperpot til Wh 8–08 og udplantet som 1/1 med pottiputkirør

repræsenterer RGR i højden 60–65 cm og de øvrige 8 kulturer repræsenterer 120–125 cm høje RGR. Indenfor hver kultur er udvælgelsen sket systematisk blandt de træer, hvis højde var indenfor intervallet 60–65, henholdsvis 120–125 cm. Der tilstræbtes 10 træer pr. kultur, men da nogle af kulturerne var meget små, var det ikke altid muligt at finde så mange; ingen kultur er dog repræsenteret af mindre end 8 træer. I skema 1 ses de

Skema 2. Udvalgte RGR-kulturer i højden 120–125 cm.

Kultur nr.	Plantetype	Alder år	Jordbund	Overlevelse %	Konkurrence	Lokalitet	Bemærkninger
8	Selvsået	–	fugtig lermuld	100	svag	Frijsenborg	selvforyngende under rødeg
15	Selvsået	–	ler og grus	100	nogen	Esrum	stod langs vej og ovenpå ammunitionslager
14	2/2 Barrod	12	ler	50	nogen	Beldringe-Lekkende	plantet i skrippe med grønrisbor
2	2/2 Barrod	10	ler	>90	svag	Frijsenborg	plantet i skrippe med spade eller grønrisbor
4	1/1 Nisula	9	god muld	70	nogen	Frijsenborg	1/0 frøbedsplanter rullet i Nisula og stået heri 1 år inden udplantning (planteforsøg)
5	1/2 Nisula	9	god muld	>90	svag	Frijsenborg	1/0 frøbedsplanter rullet i Nisula og stået heri 2 år inden udplantning (planteforsøg)
17	Paperpot	6	ler og grus	70	svag-nogen	Esrum	plantet som 1/0 i Fh 4–08 paperpot med pottiputkirør. De udvalgte planter var atypisk store
6	Kopparfors	9	god muld	80	svag	Frijsenborg	plantet som 2/0 (planteforsøg)

vigtigste data for de 6 små RGR-kulturer i højdeintervallet 60–65 cm.

I skema 2 ses de tilsvarende data for de 8 RGR-kulturer i højdeintervallet 120–125 cm. Vedrørende paperpot (kultur nr. 17), der omfatter 8 planter, tilhører kun de 5 højdeintervallet, mens gennemsnittet af de 3 øvrige planters højde er 122,7 cm. Denne udvælgelse var nødvendig for at få et rimeligt antal planter, idet kulturens middelhøjde var langt mindre end 120 cm.

De anførte data vedrørende kulturens jordbund, planternes overlevelse og konkurrencen fra uønsket vegetation er baseret på skøn.

5.2. Metode

De udvalgte træer blev opgravet med en passende rodklump, som så vidt muligt blev rystet fri for jord. Træerne blev savet over på den nedre stammedel, og senere blev hver enkelt rod spulet helt ren med højtryksvand, grenene klippet af og lange rødder afskåret i passende længde, hvorefter rødderne var klargjorte til måling.

Roden blev hængt op i stammen, hvorefter rodhalsdiameteren blev målt ved korsvis klubning. Målestedet var så langt nede på stammen som muligt, men så højt oppe, at stammens ofte atypiske form nær roden ikke øvede betydende indflydelse. Derefter blev rodarealet målt som vist på fig. 5, s. 252, således at alle rødder, hvis diameter ved gennemskæring af cylinderen var større end eller lig med 2 mm, blev medtaget.

Træer i højden 60–65 cm blev målt i en 7 cm cylinder med 7 cm i diameter, mens træer i højden 120–125 cm blev målt i en tilsvarende 10 cm cylinder.

Endvidere blev der målt et énsidighedstal efter en metode, som LINDGREN & ÖRLANDER (1977) havde anvendt. Da metoden ikke viste sig velegnet til bestemmelse af graden af énsidig rodudvikling, som den sigtede på, vil den ikke blive omtalt nærmere.

Endelig blev der ved målingen skrevet visse bemærk-

ninger om det enkelte rodsystem, som f. eks.: stærkt snørede rødder, paperpotten velbevaret, klumprod, J-formet hovedrod, fladtrykt rodsystem etc. Efter måling af rødderne blev mindst én typisk rod for hver kultur fotograferet, ofte desuden den dårligste og/eller den bedste rod, når der var stor forskel mellem de enkelte rodsystemers karakter.

5.3. Bearbejdning

Herefter blev rodarealet beregnet for hvert enkelt rodsystem, og de sammenhørende værdier af rodhals og rodareal blev oplagt i diagrammer for hver kultur. Af disse diagrammer fremgik det klart, at rodarealet vokser med stigende rodhalsdiameter, ganske tilsvarende det, LINDGREN & ÖRLANDER (1977) fandt (se fig. 7). For at gøre de forskellige plantetyper indenfor samme højdeklasse mere sammenlignelige, var det derfor nødvendigt at korrigere det simple, gennemsnitlige rodareal pr. kultur, således at de forskelle, der skyldes forskellig rodhalsdiameter, blev elimineret. Til det brug blev regressionskoefficienterne for de sammenhørende værdier af rodhals og rodareal beregnet for hver kultur. Det viste sig, at disse værdier varierede meget fra kultur til kultur, men en beregning af middelfejlene på regressionskoefficienterne for de 8 store RGR-kulturer viste, at denne variation udmærket kan tolkes som spredningen omkring middelværdien for en regressionskoefficient, der er fælles for alle kulturerne. Derfor har jeg beregnet en gennemsnitlig regressionskoefficient for henholdsvis de 8 store og de 6 små RGR-kulturer, på basis af hvilken de rodhalskorrigerede gennemsnitlige rodarealer pr. kultur kunne bestemmes. De hertil hørende stabilitets-værdier blev for de 8 store RGR-kulturer bestemt ved transformation af kurverne fig. 7 og 8 (se side 253 og 254).

5.4. Resultater

Et sammendrag af resultaterne ses i tabel 3 og 4, hvor

plantetyperne er opført således, at de kulturer, der har det største korrigerede rodareal, står øverst. Som det ses, er rækkefølgen den samme i de to højdeintervaller.

Tabel 3. Resultater for RGR i højden 60–65 cm, gennemsnit for de anførte plantetyper.

Kultur nr.	Plante-type	Korr. rodareal mm²	%
7 og 16	Selvsået	169	100
1 og 13	2/2 Barrod	129	76
9 og 12	Paperpot	100	59

Tabel 4. Resultater for RGR i højden 120–125 cm, gennemsnit for de anførte plantetyper.

Kultur nr.	Plante-type	Korr. rodareal mm²	%	Stabilitet	%
8 og 15	Selvsået	633	100	48,4	100
2 og 14	2/2 Barrod	450	71	31,9	66
4 og 5	Nisula	406	64	28,0	58
17	Paperpot	332	52	21,2	44
6	Koppar-fors	181	29	7,6	16

I disse tabeller er det korrigerede rodareal for de selvsåede planter sat til 100 %, således at rodarealet for de øvrige plantetyper er sat i relation hertil. Tilsvarende er gjort for stabiliteten for de store RGR-kulturer. Som det fremgår, udgør barrodsplanternes rodareal ca. $^3/_4$ af de selvsåede planters, Nisula-planternes ca. $^2/_3$, Paperpot-planternes godt ½ og Kopparfors-planternes knap $^1/_3$. Forskellene er store, og de er i en række tilfælde signifikante for de ukorrigerede rodarealer. Dette viser for det første, at plantefremstillingen og plantningen øver betydelig indflydelse på rodudviklingen, og for det andet, at denne indflydelse er langvarig. Vedrørende det sidste – den tidsmæssige rodudvikling, som kommer til

udtryk ved sammenligning af de to tabeller – antyder undersøgelsen endog, at den relative forskel mellem forskellige plantetyper og selvsåede planter øges med tiden. Materialets usikkerhed er nok for stor til at lægge vægt på denne tendens, men sikkerheden er i hvert fald stor nok til at fastslå, at forskelle i rodudviklingens omfang, der skyldes forskellige roddeformerende faktorer, ikke blot forsvinder få år efter udplantning, men tværtimod synes at fastholdes meget længe. I overensstemmelse med konklusionerne side 247–248 gælder dette imidlertid kun for kulturen som helhed, mens enkelttræer af snart sagt enhver type *kan* få en udmærket rodudvikling.

Det er værd at bemærke, at stabiliteten udtrykt i relation til selvsåede træer falder stærkere end rodarealet, således at den for den bedste plantetype – barrodsplanten – kun udgør $^2/_3$ af selvsåede træers stabilitet.

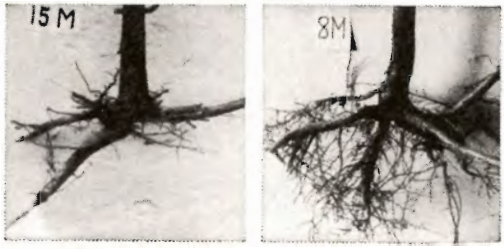
De bemærkninger, der har været at føje til de enkelte træers rødder, skal her omtales summarisk, og i den forbindelse henvises til billederne, fig. 12. For det første gælder det generelt, at de selvsåede træer gennemgående har relativt få, veludviklede og alsidigt orienterede rødder, mens de plantede træer har flere, men mindre rødder. Det er som om, de sidstnævnte planter disponerer deres rodudvikling væsensforskelligt fra de selvsåede planter (i overensstemmelse med det af LINDBERG citerede s. 242).

For de små barrodsplanter havde ca. 50 % L- og J-formede rødder, 30 % havde et fladtrykt og 20 % et sammenklumpet rodsystem. De tilsvarende størrelser for de store barrodsplanter var nogenlunde halveret, hvad der evt. kan forklares med RGR's evne til adventivrodsdannelse.

Paperpot-planterne havde alle en velbevaret potte, omend den ofte var gennemvokset af rødder. I overensstemmelse hermed havde disse planter flest nedadgående rødder med krøllet vækst

Fig. 12. Billeder af RGR-rødder fra træer i højden 120–125 cm. Tallene på billederne refererer til kultur-nr. i skema 2. Der er ved udvalget af rødder til fotografering kun taget hensyn til deres form, ikke størrelse. D betegner dårlig, M – middel og G – god rodform.

Selvsået



2/2 Barrod

Paperpot

(Figurtekst pag. 280)

og tendens til nogen rodsnøring. Det er under alle omstændigheder forbavsende, at potterne ikke var nedbrudt og sagtens kunne modstå den kraftige spuling, men det kan dels skyldes, at de var af en ret langsom nedbrydelig type, dels at de senere års tørke har forsinket nedbrydningen.

Af Kopparfors-planterne havde 80 % en kraftig rodsnøre, der på halvdelen af de undersøgte planter havde udviklet en kompakt rodklump. Endelig bør det vel også anføres som et resultat, at heller ikke denne undersøgelse afslørede én eneste stranguleret rod.

5.5. Diskussion

Som det er fremgået af foregående afsnit, falder markundersøgelsens resultater helt i tråd med den litterære del af opgaven i øvrigt. Der er egentlig kun én væsentlig afvigelse, og det er, at barrodsplanternes stabilitet i denne undersøgelse viste sig kun at andrage $^2/_3$ af de selvsåede træers stabilitet. I modsætning hertil fandt LINDGREN & ÖRLANDER (1977), at SKF-barrodsplanters stabilitet kun lå en ubetydelighed under de selvsåedes (se fig. 8, s. 254). Udover at der er tale om to forskellige træarter, kan afvigelsen imidlertid også forklares med det i afsnit 4.3. beskrevne forhold, at en plantes evne til at forbedre et deformeret rodsystem falder, jo ældre planten er, hvorfor SKF-planterne, der er plantet som 2/0, bedre har formået at overvinde roddeformationerne end RGR-planterne, der blev plantet som 2/2. Undersøgelsen kan således også ses som en bekræftelse på denne regel.

Ved vurdering af resultaterne finder jeg det væsentligt atter at påpege, at denne undersøgelse også kun siger noget om de undersøgte plantetyper, mens den ikke kan tages til indtægt for den mere generelle betragtning, at containerplanter har en dårligere rodudvikling end barrodsplanter. For selv om containerplanterne også her viste sig at have en svagere rodudvikling end barrodsplanterne, er det dog karakteristisk, at forskellene indenfor gruppen af containerplanter er langt større end mellem f. eks. Nisula-planterne og barrodsplanterne. Og dermed kan det ikke udelukkes, at der er udviklet eller

kan udvikles containerplantesystemer, der vil befordre en betydelig bedre rodudvikling end barrodsplanternes, ligesom de sidstnævnte planters rodudvikling kunne tænkes forbedret ved anvendelse af andre metoder.

Endelig vil jeg anføre, at med denne metode til bestemmelse af rodarealet har man endelig fået et godt redskab til objektivt og præcist at bestemme og sammenligne rodudviklingen hos forskellige træarter under forskellige forhold og fremstillet og behandlet på forskellige måder. Tilmed er det en metode, der tilsyneladende har en stærk udsagnskraft med hensyn til træernes stabilitet, og da træernes stormfasthed er en væsentlig faktor i skovbruget, mener jeg, metoden fortjener en vid udbredelse i fremtiden. I denne forbindelse er det klart, at der kræves yderligere undersøgelser af sammenhængen mellem rodarealet og stabiliteten, både for forskellige træarter og således, at metoden kan udstrækkes til at anvendes over et større aldersspektrum.

6. Konklusion

De metoder, vi anvender ved plantefremstilling og plantning, påfører træerne roddeformationer, når de sammenlignes med selvsåede træer. For en bevoksning som helhed tyder meget på, at sådanne deformationer er varige, og selv om enkelttræer, der på kulturstadiet var roddeformerede, senere *kan* få en udmærket rodudvikling, og frekvensen af roddeformerede træer i en bevoksning derfor oftest er faldende med alderen, kan følgerne af roddeformationer ventes at manifestere sig gennem hele omdriften. Men da det forholder sig sådan, at selv stærkt roddeformerede træer i hele kulturstadiet ofte har en bedre vækst og overlevelse end træer med mere velformede rødder, viser følgerne sig så sent, at de tilskrives andre årsager end roddeformationer. Det skyldes, at når man ser en kultur med en ypperlig overjordisk udvikling, har man normalt også taget det som udtryk for en god rodudvikling, hvorfor det har ligget

fjernt at forestille sig, at skader, der viser sig på et senere stadium, skulle kunne være forårsaget af roddeformationer. Dette ræsonnement må betegnes som en almindelig, men alvorlig misforståelse.

En af de følger af roddeformationer, der har været mest bekymring for, er rodstrangulation. I det omfang, dette begreb sættes i relation til rod- og senere plantedød, forekommer det at være en skrøne, der baserer sig på et par sjældne undtagelser. Forestiller man sig derimod, at strangulation ytrer sig ved nedsat rodvækst, fordi de sammenvoksede, deformerede rødders ledningsbaner har en formindsket nedadgående transportevne i forhold til selvsåede træer, tyder meget på, at dette er rigtigt. I hvert fald er det gentagne gange konstateret, at en af følgerne af roddeformationer er en svagere rodudvikling. Men opfatter man rodstrangulation således, skal begrebet ikke længere kun sættes i forbindelse med containerplanter, hvor et rodsystem tænkes stranguleret ved omslutning af en rodsnøre. Tværtimod kommer begrebet hermed til at omfatte alle de plantetyper, der på grund af en unaturlig lejring af rødderne ved rodsammenvoksninger får reduceret den nedadgående assimilat-transport og dermed får en svagere rodudvikling.

En naturlig følge af en svagere rodudvikling er, at træernes stormfasthed reduceres – i mange tilfælde meget kraftigt. Hidtil er stormfald søgt nedbragt ved at tilstræbe en god hugstfølge og en vis hensyntagen til hugstindgrebenes styrke, og det er her uanfægtet, at disse faktorer virkelig spiller en afgørende rolle for stormfaldsrisikoen. Men det må være denne opgaves hovedkonklusion, at roddeformationer er en tredie og hidtil næsten overset faktor i denne sammenhæng, for enhver nedsættelse af stormfastheden må resultere i øget stormfald, al den stund stormfald er en jævnlig og ofte meget voldsom foreteelse her i landet. Det er derfor rimeligt at antage, at en betydelig del af de stormfald, vi har oplevet eller vil opleve fremover, kunne være reduceret

betydeligt ved at nedbringe omfanget af roddeformationer. Men ikke nok med det – også de mange uønskede bevoksningsrande, der fremkommer dels efter stormfald, dels efter afdrift, udviser ofte en meget ringe stabilitet, øjensynliggjort derved, at randtræerne med tiden vælter én efter én, således at bevoksningen langsomt »går op i sømmene«, hvorved herredømmet over skovdriften reduceres kraftigt. Med større hensyntagen til rodudviklingen ved plantefremstilling og plantning ville træernes stabilitet kunne øges, hvad der må antages at gøre det lettere at standse skovens opløsning, efter at der er slået hul.

Hvorom alting er, så fortjener hele problematikken yderligere undersøgelse, og med måling af sammenhørende værdier af rodarealet og stabiliteten har man fået et godt værktøj til at foretage en sådan. Tilbage er så at finde sammenhængen mellem den målte stabilitet og mængden af stormfældet eller for tidlig afdrevet masse.

Bliver resultatet af sådanne undersøgelser, at stormfaldene og skovens opløsning virkelig øges væsentligt af roddeformationer, må det føre til en ændring af den udvikling, der i de seneste årtier har fundet sted indenfor plantefremstillingen såvel som plantemetoderne. For den udvikling har haft det mål – under hensyn til tekniske og økonomiske aspekter – »kun« at sikre god overlevelse og vækst i kulturstadiet. Og selv om det mål opfyldes, er der overhovedet ingen sikkerhed for, at rodudviklingen også er tilstrækkelig til at holde træerne på »benene« omdriften ud.

7. Resumé

Denne undersøgelse, der hovedsagelig er baseret på litteraturstudier, men også omfatter en mindre markundersøgelse af 135 RGR fra 14 kulturer, sigter på at rydde op i den diskussion om roddeformationer, der opstod med indførelsen af containerplanter, og som hidtil oftest har hvilet på et tyndt grundlag.

I afhandlingen fastslås det, at der ikke er nogen principiel forskel mellem roddeformationerne hos henholdsvis barrodsplanter og containerplanter, og endvidere, at én gang etablerede roddeformationer er *vedvarende,* omend de med den tidsmæssige udvikling kan udbedres delvis. Disse deformationer *nedsætter træernes stabilitet,* hvad der *ikke kan iagttages* på overlevelsen og væksten i kulturens første leveår – »tværtimod«. Træernes rødder vokser tilsyneladende sammen, og *stranguleres derfor ikke,* omend phloemets ledningsevne tilsyneladende nedsættes (evt. midlertidigt) ved sammenvoksning af unaturligt lejrede rødder.

Desuden gennemgås de faktorer ved plantefremstilling og plantning, der påvirker roddeformationernes omfang hos containerplanter såvel som barrodsplanter. Heraf fremgår det, at der er mange muligheder for at reducere roddeformationerne – muligheder, som hidtil ikke har været anvendt eller som er blevet sat over styr med udviklingen indenfor plantefremstilling og plantning.

Markundersøgelsen understøtter på mange måder litteraturgennemgangen, og resultatet viser, at selvsåede træer har langt bedre rodudvikling og stabilitet end plantede træer.

Konklusionen er derfor, at skovenes stabilitet sandsynligvis kan øges væsentligt ved anvendelse af plantefremstillings- og plantningsmetoder, der bedre befordrer en naturlig rodudvikling.

Summary

Root deformations and stability.

This study is mainly based on literature but includes also a small field investigation of 135 Norway spruce plants from 14 cultivations. The aim of the study is to get to the bottom of the discussion about root-deformations, a discussion which started with the introduction of container-plants, and which has so far mostly had a very weak basis.

In the study it is stated that there is no fundamental difference between the root-deformations of bare-root-plants and con-

tainer-plants respectively, and, furthermore, that when established, root-deformations are persistent, even though in the course of time they can be partly reconditioned. These deformations reduce the stability of the trees, a fact that cannot be observed through the surviving or the growth during the first years of the cultivations – on the contrary. The roots apparently grow together and are therefore not strangled, though the transmission-ability of the phloem seem to be reduced (perhaps temporarily) because of the growing together of unnaturally situated roots.

Also those factors of plant-production and planting are examined, that affect the extent of the root-deformations of container-plants as well as bare-root-plants. From this examination it appears that there are many possibilities of reducing the root-deformation – possibilities that have not been used up till now or have been lost with the development of the plant-production and planting techniques.

The field-investigation supports in many ways the studies of literature, and the result shows that self-sown trees have much better root-development and stability than planted trees.

The conclusion is, therefore, that the stability of the forests can probably be increased essentially by use of such plantproduction methods and planting methods that promote a natural root-development.

Litteraturliste

Kilde nr. 1: Proceedings of the North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium. Denver, Colorado, August 26–29, 1974. Great Plains Agricultural Council Publication No. 68.

ALM, A. A. 1974: Red Pine Tubeling Survival Related to Length of Cultural Period. Minnesota Forest Research Notes. Nr. 247, 4 sider.

BALL, J. B. 1976: Plastic containers and coiling roots. Unasylva. Bd. 28, nr. 111, s. 27.

BARDSLEY, C. E. 1974: Polyloam: A Self-contained Medium For Tree Propagation. Kilde nr. 1, s. 237–240.

BARNETT, J. P. & MC GILVRAY, J. M. 1974: Copper screen controls root growth and increase survival of containerized southern pine seedlings. Tree Planters' Notes. Bd. 25, nr. 2, s. 11–12.

BERGMAN, F. & HÄGGSTRÖM, B. 1973: Några faktorer av betydelse vid skogsplantering med rotade plantor. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift. Årg. 71, hf. 6, s. 565–578, ill.

BORNEBUSCH, C. H. 1941: Forsøg med rødgranplantning efter forskellige metoder. Dansk Skovforenings Tidsskrift. Bd. 23, s. 97–107.

CALLIN, G. 1971: Manuel sättning av rotade plantor. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift. Årg. 69, hf. 2, s. 183–214.

ECCHER, A. 1975: Influenza dell'eta del postime e del taglio delle radici malformata sul comportamento a dimora di Pinus radiata D. Don allevato in fitosacco. Cellulosa e Carta. Bd. 26, s. 15–19.

GILLGREN, I. 1971–72: Om rotsnurr, rotdeformation och rotstrangulering. Examensarbete i skogssköttsel utfört hos Svenska Cellulosa AB. 35 sider, ill.

GRUSCHOW, G. F. 1959: Observations on Root Systems of Planted Loblolly Pine. Journal of Forestry. Bd. 57, s. 894–96, ill.

HARRIS, R. W. et. al. 1973: Effects of root-pruning and transplanting in liner production. American Nurseryman. Bd. 138, nr. 9, s. 10–11 og s. 89–91, ill.

HAY, R. L. & WOODS, F. W. 1974: Shape of root systems influences survival and growth of loblolly seedlings. Tree Planters' Notes. Bd. 25, nr. 3, s. 1–2.

HELMS, J. & WEGGE, P. 1920: Prikleforsøg på Silkeborg og Vemmetofte skovdistrikter. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. Bd. 5, s. 225–92, ill.

HIATT, H. A. & TINUS, R. W. 1974: Container Shape Controls Root System Configuration of Ponderosa Pine. Kilde nr. 1, s. 194–96, ill.

HOLMSGAARD, E. & SCHARFF, O. 1963: Levende stød i rødgranbevoksninger. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. Bd. 28, hf. 2, s. 97–150, ill.

HULTÉN, H. 1975: Direktsådd 2-årig tall i olika behållartyper. Institutionen før skogsföryngring. Rapporter och Uppsatser. Nr. 61, 34 sider, ill.

JANSSON, K.-Å. 1971: En orienterande studie av rotade tallplantor avseende rotdeformation. Institutionen för skogsföryngring. Rapporter och Uppsatser. Nr. 31, 25 sider, ill.

JOHNSON, H. J. 1974: Canadian Forestry Service Container Planting Trials in Alberta, Saskatchewan, and Manitoba. Kilde nr. 1, s. 298–303.

JUHL BUNDGAARD JENSEN, N. 1976: Containerplanter. Nogle problemer omkring fremstilling, distribution og anvendelse af containerplanter. København. Skovbrugsinstituttet. Hovedopgave. 102 sider, ill., (fotokopieret).

KINGHORN, J. M. 1974: Principles and Concepts in Container Planting. Kilde nr. 1, s. 8–18, ill.

KOHMANN, K. 1970: Rotsammenvoksninger og levende stubber – en kuriositet? Norsk Skogbruk. Årg. 16, nr. 2, s. 38–41, ill.

– 1972: Nye veger i planteproduksjon og skogkultur. Norsk Skogbruk. Årg. 18, nr. 5, s. 122–23 og s. 125, ill.

KÖSTLER, J. N.; BRÜCKNER, E. & BIEBELRIETHER 1968: Die Wurzeln der Waldbäume. Hamburg/Berlin (Paul Parey). 284 sider (specielt s. 105–141 og s. 244–51), ill.

LÄHDE, E. & MUTKA, K. 1975: Luontaisesti syntyneiden ja istutettujen kuusentaimien kehitys ja juuriston rakenne pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen Julkaisuja. Bd. 83, nr. 3, 43 sider (specielt summary s. 38–39), ill.

LINDBERG, F. 1920: Sådd eller plantering. Skogen. Årg. 7, hf. 4, s. 97–114, ill.

LINDGREN, O. & ÖRLANDER, G. 1977: Rotutvekcling och stabilitet hos 6–7 år gamla Kopparforsplantor. Institutionen för skogsskötsel, Rapporter och Uppsatser. Nr. 10, 39 sider, ill. (forlæg).

LITTLE, S. & SOMES, H. A. 1964: Root Systems of direct-seeded and variously planted loblolly, shortleaf, and pitch pines. U.S. Forest Service Research Paper. Nr. NE-26, s. 1–13, ill.

NIELSEN, C. N. 1957: Revision af forsøg med rødgranplantning efter forskellige metoder. Dansk Skovforenings Tidsskrift. Årg. 42, s. 257–280.

PERSSON, P. 1975: Stormskador på skog – Uppkomstbetingelser och inverkan av skogliga åtgärder. Institutionen för skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser. Nr. 36, 287 sider (specielt s. 42–43).

ROHMEDER, E. 1968: Durch künstliche Wurzelraumeinengung bedingter spiralwuchs von Kiefer-wurzeln. Allgemeine Forst Zeitschrift. Bd. 23, nr. 49, s. 868–69, ill.

RUDOLF, P. O. 1939: Why forest plantations fail. Journal of Forestry. Bd. 37, s. 377–83.

– 1950: Forest Plantations in the Lake States. Technical Bulletin. U.S. Department of Agriculture, Nr. 1010, 171 sider, ill.

SAUL, G. H. 1968: Copper Safely Controls Roots of Tubed Seedlings. Tree Planters' Notes. Bd. 19, nr. 1, s. 7–9, ill.

SCARRATT, J. B. 1972: Air space controls root extension from open-ended containers during seedling production. Forestry Chronicle. Bd. 48, nr. 5, s. 242–45, ill.

SCHANTZ-HANSEN, T. 1945: The Effect of Planting Methods on Root Development. Journal of Forestry. Bd. 43, s. 447–48.

SUTTON, R. F. 1969: Form and Development of Conifer Root Systems. Technical Communication. Commonwealth Forestry Bureau. Nr. 7, 131 sider.

TINUS, R. W. 1974: Characteristics of Seedlings With High Survival Potential. Kilde nr. 1, s. 276–82.

WIBECK, E. 1923: Om missbildning av tallens rotsystem vid spettplantering. Meddelanden från Statens Skogs-Forsøgsanstalt. Hf. 20, s. 261–299, ill.

YLI-VAKKURI, P. 1953: Tutkimuksia puiden välisista elimellisista juuriyhteyksistä männikoissä. Acta forestalia fennica. Bd. 60, hf. 3, 117 sider (specielt Zusammenfassung s. 115–117), ill.

SCHWEIZERISCHE INTERESSENGEMEINSCHAFT INDUSTRIEHOLZ

Indtryk fra en studierejse sommeren 1977

Af JØRGEN SKYUM, Skovteknisk Institut.

Oxford class: 094.6 : 946.1

Med støtte fra Kammerherre Eide og hustrus legat foretog forfatteren en studierejse til bl. a. Schweizerische Interessengemeinschaft Industrieholz i august 1977. Rejsens hovedformål var at knytte kontakt til denne centraleuropæiske institution, hvis arbejdsopgaver minder meget om arbejdet ved Skovteknisk Institut.

Baggrund

Baggrunden for oprettelsen af Schweizerische Interessengemeinschaft Industrieholz – i det følgende kaldet Interessengemeinschaft (IG) – er at finde i ønsket om at minimere de samlede omkostninger ved produktion og oparbejdning af industritræ. Ved industritræ forstår man i Schweiz – som i Danmark – effekter, som findeles eller opløses ved mekaniske eller kemiske processer. Anvendelsesområdet for træmassen er træslib, cellulose, spån- og fiberplader, træuld og lignende produkter.

Arbejdsopgaven kan umiddelbart forekomme enkel, men vanskeliggøres ved at omfatte både producenter (skovene) og aftagere (træindustrien). Strukturen i schweizisk skovbrug, der er særdeles heterogen, betyder en yderligere komplikation. For at anskueliggøre denne baggrund gennemgås virksomhedsstrukturen derfor kort i det følgende.

Skovbrugets struktur

Af tabel 1 fremgår det schweiziske skovareal (1971) fordelt til ejerkategorier. Det ses heraf, at mere end $^2/_3$ af skovarealet er på offentlige hænder, men at statsskoven er af ganske underordnet betydning. Den største ejerkategori er de politiske fællesskaber (»Politische Gemeinden«), som tegner sig for 38 % af det offentlige skovareal. Den schweiziske struktur som en stat, opbygget af fællesskaber og lokale sammenslutninger, går altså igen i skovbrugets ejendomsforhold.

Den privatejede skov domineres af kombinerede land- og skovbrugsejendomme, der udgør 71 % af det private skovareal, hvorimod kun 8 % tilhører private sammenslutninger.

I ejendomsstørrelse adskiller de offentlige og de private skove sig meget væsentligt. Knap halvdelen af de offentligt ejede skove består af ejendomme mindre end

Tabel 1. Fordeling af det schweiziske skovareal (1971) til ejerkategori.

		Areal, ha	%
Forbundsejet skov	statsskov	3.526	0,4
Kontonejet skov	statsskov	47.929	4,9
Kommuner, fællesskaber og sammenslutninger		631.706	65,1
Ialt offentlig skov		683.161	70,4
Privatejet skov		287.118	29,6
Skovareal ialt		970.279	100,0

Tabel 2. Fordelingen af de offentlige skove til ejendomsstørrelse.

Ejendoms-størrelse	Antal ejendomme, %	Areal, %
0–50 ha	49	4
51–200 ha	29	20
201–500 ha	15	29
> 500 ha	7	47

50 ha, medens kun 22 % af ejendommene er større end 200 ha; disse 22 % af ejendomsantallet svarer dog til godt 3/4 af det offentlige skovareal (tabel 2).

Ganske anderledes forholder det sig inden for privatskovbruget i Schweiz. Ved en erhvervsundersøgelse i 1955 registreredes ca. 110.000 private skovejere med et gennemsnitligt skovareal på 1.87 ha. Af disse ejere rådede 98 % over skovarealer mindre end 10 ha, 125 ejere over arealer på 50–100 ha og kun 83 ejere over skove større end 100 ha. Det private »storskovbrug« omfatter ialt ca. 22.500 ha svarende til ca. 270 ha pr. ejendom.

Det schweiziske privatskovbrug er således et næsten rendyrket småskovbrug, hvor gennemsnitsarealet tilsyneladende er dikteret af den råtræmængde, som de mindre jordbrug behøver til selvforsyning af brænde. På disse små ejendomme beløber det potentielle årlige udbytte sig ikke til mere end 10–20 m^3. Denne ugunstige struktur forstærkes gennem den vidt udbredte parcellering. På landsbasis består gennemsnitsejendommen (1.87 ha) af 2.7 parceller, således at den gennemsnitlige parcelstørrelse kun andrager 0.7 ha.

Træindustriens struktur

På aftagersiden er strukturen langt mindre kompliceret (tabel 3). Savværkerne udgør den største gruppe både efter antal virksomheder og oparbejdet råtræmængde. Ialt oparbejdes ca. 63 % af råtræet på savværk, medens 19 % af råtræet finder anvendelse i cellulose/papirindustrien og 13 % i spånpladeindustrien.

Virksomhedsstørrelsen varierer ganske betydeligt inden for de forskellige træindustrielle grene. De mindste virksomheder findes naturligt nok inden for brancher med kun ringe investeringskrav (tagspåner og træuld), hvorimod de største virksomheder forudsætter voldsomme investeringer (cellulose- og spånpladefabrikker m. v.).

Den træindustrielle struktur har undergået store for-

Tabel 3. Oversigt over den schweiziske træindustri.

Virksomheds-kategori	Antal virksom-heder	oparbejdet råtræmængde 1971 1000 m³	%	gns. pr. virksom-hed, m³
Selvstændige savværker	532	1193	31,0	2242
Savværker i forbindelse med anden virksomhed	1023	1230	31,9	1202
Finérværker	16	67	1,7	4208
Spånkurvfabrikker	1	8	0,2	7700
Tændstikfabrikker	3	5	0,1	1820
Tagspånsfabrikker	14	2	0,1	160
Træuld og emballage	13	14	0,4	1061
Lette bygnings-plader (m. cement og gips)	7	36	0,9	5186
Spånpladefabrikker	11	489	12,7	44431
Fiberplader	2	78	2,0	39200
Træmasse	13	335	8,7	56308
Cellulose		397	10,3	
Ialt	1635	3854	100,0	

andringer i løbet af den sidste halve snes år. Siden 1959 har der været en udpræget tendens til færre, men større virksomheder. Antallet af træforarbejdende virksomheder er halveret, hvor savværker i forbindelse med anden virksomhed tegner sig for den største nedgang. Kun spånpladefabrikkernes antal er øget, idet der har været tale om en fordobling.

Afregning mellem skov og industri

Strukturen i skovbruget udgør en særdeles vanskelig baggrund for prisdannelse på råtræet. På de mange små ejendomme anvender hver producent sine egne traditionsbestemte oparbejdningsmetoder, som oftest er urationelle. Afsætningen af produktionen foregår endvidere

i vid udstrækning uden skelen eller hensyntagen til de øvrige producenter, således at der mellem hver producent og dennes aftager træffes individuelle aftaler om råtræprisen; resultatet heraf er en dyr handelsvare.

De schweiziske forbrugere af industritræ (cellulose- og spånpladefabrikker m. m.) står i en situation, hvor konkurrencen fra udenlandske produkter har gjort sig meget stærkt gældende. De store stormfald i Tyskland medførte en prissænkning på tysk råtræ og dermed en øget import. I de senere år er konkurrencen fra svensk cellulose og østrigske spånplader steget betydeligt. Den schweiziske træindustri har derfor været nødsaget til at foretage rationaliseringer for at mindske omkostningsniveauet; dette er opnået ved bl. a. et pres på råtræpriserne.

Forholdet mellem skovene og træindustrierne nærmer sig derfor den ikke ukendte konfliktsituation, når råtræprisen skal forhandles: på den ene side står skovene med et dyrt produkt grundet urationel fremstilling – på den anden side står industrien med ønsker om lave råtræomkostninger for at bevare konkurrenceevnen overfor udenlandske produkter.

Dannelse

I 1967 begyndte enkelte personer i Schweiz at beskæftige sig med problemerne omkring overgang til vægtafregning af råtræ. Denne interesse skyldtes forsøg i udlandet, som viste, at afregning af råtræ efter vægt principielt var mulig. Navnlig professor, dr. H. STEINLIN's forsøg i Sydtyskland har i denne forbindelse vist sig værdifuld.

Gennem artikler, foredrag og diskussioner blev ideen med vægtafregning forelagt, og der viste sig en interesse hos både råtræproducenter og -aftagere for et udredningsarbejde.

Gennem et omfattende samarbejde mellem råtræproducenter, -forhandlere og -forbrugere blev et arbejds-

program og finansiering heraf stablet på benene, således at Interessengemeinschaft kunne stiftes den 30. august 1968 i Olten.

Hjemsted

Siden 1972 har Interessengemeinschaft haft kontor hos det schweiziske forsøgsvæsen (Der Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen) i Birmensdorf. Forsøgsvæsenet, der omfatter samtlige biologiske, tekniske og økonomiske forskningsdiscipliner indenfor schweizisk skovbrug og p.t. beskæftiger ca. 140 mand, råder desuden over et stort serviceapparat (træ- og metalværksteder, bibliotek, tegne- og fototjeneste, trykkeri m. v.), som mod en symbolsk betaling kan benyttes af Interessengemeinschaft.

Formål

Formålet med Interessengemeinschaft er at fremme samarbejdet mellem producenter, forhandlere og forbrugere af industritræ, således at de totale fremstillingsomkostninger minimeres. Dette indebærer således:

- at påbegynde og fremme undersøgelser og tiltag i udnyttelse af industritræ.
- at udvikle og udbrede rationelle arbejdsmetoder ved fremstilling, transport og anvendelse af industritræ.
- at udveksle, formidle og offentliggøre informationer om industritræ.
- at knytte kontakter til andre institutioner med samme arbejdsområde.

Organisation

Organerne i Interessengemeinschaft er:

a) Generalforsamlingen
b) Bestyrelsen
c) Arbejdsgrupperne
d) Administrationen
e) Revisionen

Generalforsamlingen er øverste organ for Interessengemeinschaft og afholdes én gang årligt. På denne vælges præsident, bestyrelse og revisorer, og arbejdsprogram, årsberetning samt regnskab forelægges. Ligeledes fastlægges medlemskontingent. På generalforsamlingen har de ordinære medlemmer stemmetal i forhold til det erlagte medlemskontingent; råtræleverandører på den ene side og råtræaftagere på den anden side har dog altid hver 50 stemmer.

Bestyrelsen består af præsidenten og 4–6 bestyrelsesmedlemmer; bestyrelsesmøde skal afholdes mindst én gang årligt. Bestyrelsens opgaver er at vælge daglig leder for de faglige medarbejdere, forberedelse af arbejdsprogram m. v. til generalforsamlingen samt at sammensætte arbejdsgrupperne.

Siden oprettelsen af IG har professor, dr. A. KURT varetaget præsidentstillingen.

Arbejdsgrupperne kan nedsættes af bestyrelsen for hver enkelt arbejdsopgave; hertil kan vælges personer, som ikke er medlem af IG. Arbejdsgrupperne kan blive tildelt eksperter inden for arbejdsopgavens område.

Administrationen skal afhjælpe præsidenten i dennes arbejde. Arbejdet hermed omfatter navnlig føring af regnskab, kasse, korrespondance og protokol samt udgivelse af interne meddelelser.

Revisionen vælges for fire år ad gangen af generalforsamlingen og skal bestå af tre ordinære medlemmer (to revisorer og en suppleant). Revisionens opgave er at berigtige årsregnskabet overfor generalforsamlingen.

Medlemskab

Interessengemeinschaft består af firmaer, sammenslutninger og enkeltpersoner, som er beskæftiget ved levering og oparbejdning af industritræ eller forskning på dette område. Medlemskabet kan enten være ordinært eller ekstraordinært.

De *ordinære medlemmer* kan være kollektive medlemmer (sammenslutninger af producenter, forhandlere og aftagere) eller enkeltmedlemmer (producenter, forhandlere og aftagere af industritræ uden tilhør til nogen sammenslutning).

Som *ekstraordinære medlemmer* kan optages repræsentanter for myndigheder, foreninger, videnskabelige institutioner m. v. samt enkeltpersoner; disse erlægger ikke kontingent og har kun rådgivende stemmeafgivelse på generalforsamlingen. Optagelse og udelukkelse af medlemmer foretages af bestyrelsen.

Finansiering

Interessengemeinschaft's arbejde finansieres gennem de ordinære medlemmers kontingent. Kontingentet baseres på den mængde schweizisk træ (eller værdien heraf), som de ordinære medlemmer h.h.v. sælger og køber. Kontingentfastsættelsen er ens både for leverandører (producenter og mellemhandlere) som for aftagere (indkøbsorganisationer og industrier) og fastsættes årligt på grundlag af det af generalforsamlingen vedtagne budget. For tiden udgør den samlede finansieringssum 4 ‰ af omsætningen mellem skov og industri (2 ‰ fra leverandører og 2 ‰ fra aftagere). Årskontingentet må ikke udvise større svingninger.

Opkrævningen af kontingent foretages af råtræaftageren – både for sig selv og for sine leverandører.

For større opgaver som projekt- og publikationsvirksomheder opstilles en særlig finansieringsplan. Det årlige budget ligger på ca. 640.000 d.kr.

Formidling af resultater

Formidlingen af resultater og øvrige informationer omkring industritræ er fundamental i Interessengemeinschaft's arbejde og er derfor udtrykkelig nævnt i formålsparagraffen.

Den hidtidige formidling er foregået på traditionel vis, d.v.s. udarbejdelse og udsendelse af rapporter, informationsfoldere, artikler til fagblade o.s.v. Der udsendes gennemsnitligt seks rapporter om året, som samtlige skovdistrikter og eventuelle interesserede udenlandske institutioner modtager. Dette betyder en temmelig kraftig belastning af budgettet, og da man samtidig har det indtryk, at mange ikke overkommer at læse omfangsrige rapporter, ønsker man at ændre formidlingsformen væsentligt. Man har således planer om, at der fra 1978 nedsættes en styringsgruppe emne- eller projektvis. Styringsgrupperne ønskes sammensat således, at omkring 50 % af medlemmerne er skovfogeder, hvorved den indhentede viden direkte kan formidles til praksis.

Interessengemeinschaft's erfaringer formidles endvidere gennem undervisning, idet der ved det forstlige fakultet på Zürichs Tekniske Højskole gives tre dages forelæsninger på sidste del af skovbrugsstudiet. Forelæsningerne indeholder en orientering om IG og dets arbejde.

Større betydning tillægges dog forbindelsen med skovfogederne som de praktiske udøvere. For disse gives ingen faste kurser (heller ikke under uddannelsen); men orienteringen finder sted gennem hyppige diskussioner. Forbindelsen holdes vedlige gennem de 24 kantonale skovfogedforeninger samt det schweiziske skovfogedforbund. Forbundet udgiver et tidsskrift, som den daglige leder af Interessengemeinschaft redigerer. Dette anses for et særdeles værdifuldt talerør, hvorved man konstant har fingeren på pulsen.

Medarbejderstab

Den faste medarbejderstab udgøres af to forstkandidater, hvoraf den ene samtidig varetager administrative funktioner. IG deler desuden en sekretær med det schweiziske forsøgsvæsen. Derudover kan der inden for

hvert projekt eller forsøg etableres arbejdsgrupper af varierende størrelse bestående af løs medhjælp og repræsentanter for de involverede virksomheder.

Arbejdsopgaver

Et af kardinalpunkterne til at minimere de samlede omkostninger ved fremstilling og oparbejdning af industritræ har været *effektlængden.* Historisk set har hele industritræsektoren udviklet sig fra brænde-effektet, som blev aflagt og afregnet i 1 m-længder. Industrien har indrettet sin råtræmodtagelse herefter, således at den traditionelle længde på industritræ ligeledes har været én meter.

Arbejdsopgaverne ved IG bærer tydeligt præg heraf, idet projektaktiviteterne koncentrerer sig om at muliggøre længere og mere rationelle effektlængder (faldende længder). Disse betyder ikke blot et lavere omkostningsniveau ved fremstillingen, men også billigere opmåling; her har navnlig opmåling på industrien (vægtafregning) været i focus. Afregningen til skovarbejderen vanskeliggøres ved vægtafregning, men er delvist løst ved opstilling af omregningsfaktorer fra rm og m^3 til ton for træart og effekt; målinger hertil udføres stadig en gang om ugen på industri.

For industrien betyder længere effektlængder store nyinvesteringer i råtræmodtagelsen, hvilket afføder krav om sikkerhed for konstante leverancer af lange længder. Skovens svar herpå har hidtil været, at de mulige leverancer først kan afgøres, når industrien *er* indrettet hertil.

Inden for papirindustrien har de senere års råtræmangel virket for ideen, idet skovene motiveres af IG til kun at aflægge lange længder; industrien er derfor tvunget til at medvirke til driftsomlægningen.

Inden for spånpladeindustrien har udviklingen ligeledes været til gunst for rationaliseringsbestræbelserne. Dette skyldes det totale sammenbrud på byggemarkedet,

hvilket også i Schweiz har ført til en overproduktion af spånplader. Prissystemet er brudt totalt sammen: en lavere råtræpris øger ikke udbudet fra skoven, og færdigvareprisen kan ikke øges på grund af konkurrencen fra udlandet. Spånpladeindustrien har derfor måttet forsøge at indrette sig efter rationaliseringsmulighederne i skoven – d.v.s. lange længder.

I den senere tid er rationaliseringsbestræbelserne ført ud i sin yderste konsekvens, idet der er indledt et udredningsarbejde omkring levering af råtræet i form af flis.

IG har endvidere forestået en forenkling af sorteringsreglementerne. Tidligere fandtes 16 sorteringsreglementer for industritræet. Disse er ved IG's mellemkomst reduceret til ialt fire.

Endelig skal nævnes, at der ved IG foregår et stort koordinationsarbejde af råtræleverancer til cellulosefabrikken Attisholz AG. Baggrunden herfor er månedsvise svingninger i hugsten hos de enkelte leverandører, hvilket nødvendiggør opbygning af store råtrælagre på industrien. Derved opstår der både rente- og et substanstab. Koordinationen udføres i vid udstrækning ved at udligne industriens råtræbehov allerede i skovningsfasen. Dette betyder en forøget skovningsomkostning, som ophæves af træets større værdi (undgåelse af rente- og substanstab). Resultatet heraf har været, at industrien ikke længere behøver at frygte råtræmangel især om vinteren. Et nødlager svarende til fire måneders råtræforbrug forebygger råtræmangel, såfremt vejene lukkes af sne. Dette anses af IG dog stadig at være for stort, hvorfor lageret søges nedbragt til én måneds råtræforbrug.

Sammendrag

Schweizerische Interessengemeinschaft Industrieholz (IG) stiftedes den 30. august 1968 i Olten. Baggrunden for dannelsen var ønsket om at minimere de samlede fremstillingsomkostninger for industritræ, som bl. a. på

grund af strukturen i schweizisk skovbrug var en særdeles dyr handelsvare. Formålet med IG er at fremme samarbejdet mellem producenter, forhandlere og forbrugere af industritræ, således at omkostningsniveauet herfor minimeres. IG består af firmaer, sammenslutninger og enkeltpersoner, som er beskæftiget ved levering og oparbejdning af industritræ eller forskning på dette område. Arbejdet finansieres gennem de ordinære medlemmers kontingent, som fastsættes på den årlige generalforsamling. Kontingentet udgør p.t. 4 ‰ af omsætningen mellem skov og industri (2 ‰ fra leverandører og 2 ‰ fra aftagere). Kontingentopkrævningen foretages af råtræaftageren. Den faste medarbejderstab udgøres af to forstkandidater, hvoraf den ene samtidig varetager administrative funktioner. Siden 1972 har IG haft kontorer hos det schweiziske forsøgsvæsen. Arbejdsopgaverne har hidtil først og fremmest været koncentreret om at forøge effektlængden fra 1 m til længere og mere rationelle længder (faldende længder). I naturlig fortsættelse heraf har også vægtafregningen været sat i focus. De senere års markedsforhold har bevirket, at arbejdsresultaterne er ved at slå igennem, således at en stadig større del af industrien modtager deres råtræ i lange længder.

Summary

Schweizerische Interessengemeinschaft Industrieholz (IG) was founded on August 30th, 1968, in Olten.

The reason for founding IG was a wish to minimize the total production costs for industrial wood, which was a very expensive commodity due, among other things, to the structure of Swiss forestry. The purpose of IG is to promote cooperation between producers, dealers and consumers of industrial wood and in that way minimize the level of costs.

IG consists of firms, unions and individuals dealing with delivery and working of industrial wood or with research in this field. The work is financed by ordinary subscriptions, the amount of which is fixed at the annual general meeting. The subscription amounts at present to 4 ‰ of the trade between

forestry and wood industry (2 ‰ from suppliers and 2 ‰ from buyers). The subscriptions are collected by the buyer of roundwood. The IG-staff consists of two graduates in forestry, one of whom has at the same time administrative duties. Since 1972, IG has had offices at the Swiss Research Station. The working tasks have, so far, mainly been concentrated on increasing the length of effects from one meter to bigger and more rational lengths (logging lengths). As a natural consequence, weight measurement has also been brought into focus. The market conditions of recent years have implied that the ideas of IG are penetrating so that an increasing part of the industry receives roundwood in long lengths.